

# DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MULTIMÍDIA PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

**Wayne Santos de Assis<sup>1</sup>, Túlio Nogueira Bittencourt<sup>2</sup>, Marcos Aurélio M. Noronha<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Doutorando pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Graduou-se pela Universidade Federal de Sergipe em 2000 e obteve seu título de Mestre em Eng. Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 2002.  
e-mail: wayne@usp.br

<sup>2</sup>Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Graduou-se pela Universidade de Brasília em 1984 e obteve seu título de Mestre em Eng. Civil-Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1988.  
Obteve grau de Doutor em Eng. Civil pela Cornell University, USA, em 1993.  
e-mail: tulio.bittencourt@poli.usp.br

<sup>3</sup>Professor Doutor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Graduou-se pela Universidade Federal do Ceará em 1991, obteve seu título de Mestre em Eng. Civil-Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1994 e concluiu seu doutoramento em Eng. Civil pela mesma instituição em 1998.  
e-mail: marcos.noronha@poli.usp.br



(1)



(2)



(3)

## RESUMO

O aprendizado com auxílio de recursos computacionais tem sido empregado com êxito, tanto no Brasil como no exterior, e nesse cenário, *softwares* educacionais utilizando recursos multimídia vêm ajudando alunos e professores a tornarem o aprendizado mais fácil, rápido e eficiente. Este trabalho descreve o processo de desenvolvimento de material didático em formato multimídia voltado ao ensino de tópicos das disciplinas Concreto Armado e Concreto Protendido, apresentando a experiência da sua utilização e uma avaliação dos recursos e da sua aplicação. Foram desenvolvidos e disponibilizados na Internet treze filmes em *flash*, oito *applets*, um hipertexto e oito vídeos. Esse conteúdo foi posteriormente integrado em um CD-ROM visando a possibilitar a sua utilização *off-line*.

**Palavras-chave:** *Recursos Multimídia, Ensino de Engenharia, Concreto Armado e Protendido.*

## ABSTRACT

Learning with the aid of computational resources has been successfully used in Brazil as well as in foreign countries. In this sense, educational softwares employing multimedia resources may be regarded as valuable tools to students and professors leading to an easier, faster and more efficient learning process. This work describes the development of didactic material in multimedia format, which is directed to lectures in the Reinforced Concrete, Prestressed Concrete and Mechanics of Materials courses. One also presents the experience of its use and also an evaluation of these resources and of their application. Thirteen animations, eight applets, one hypertext and eight videos were developed. They are currently available in the Internet. This content was later inserted in a CD-ROM, which is intended to enable its off-line use.

**Keywords:** *Multimedia Resources, Engineering Education, Reinforced and Prestressed Concrete.*

## INTRODUÇÃO

Várias experiências utilizando recursos de multimídia aplicados ao ensino de engenharia vêm sendo efetuadas tanto no Brasil como no exterior, obtendo-se de modo geral resultados bastante positivos. Especificamente, as novas tecnologias de multimídia têm o potencial de gerar uma nova forma de aprendizado, introduzindo uma nova dimensão ao ensino, uma vez que com o uso das novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs), e particularmente por meio de recursos multimídia, pode-se obter conhecimento tanto por meio da interatividade viabilizada, permitindo a simulação de análises, como também através da visualização de modelos geométricos, possibilitando a assimilação dos conceitos de maneira mais eficiente.

Em função da marcante presença das novas tecnologias no cotidiano, o ensino de engenharia não poderia permanecer longe deste contexto (Caldas, 2000), uma vez que Informática na Educação é hoje uma das áreas mais fortes da Tecnologia Educacional (Cysneiros, 2000). É preciso ainda ressaltar que o avanço da microinformática abre enorme leque de possibilidades para a educação, tornando urgente o desenvolvimento da pesquisa na área de novas tecnologias aplicadas à educação (Le Roy, 1997), e diversos são os estudos que demonstram que a utilização das NTICs, como ferramentas, traz uma significativa contribuição para as práticas escolares em qualquer nível de ensino (Vieira, 2000).

Este trabalho tem como objetivo introduzir novas metodologias de ensino em engenharia utilizando recursos de multimídia interativa como material auxiliar, produzindo-se hipertextos, animações e *applets*, a serem disponibilizados na Internet e também organizados em CD-ROM (*Compact Disk, Read Only Memory*), enfocando tópicos selecionados das disciplinas Concreto armado e Concreto protendido, voltados ao ensino de alunos de graduação.

Multimídia é hoje definida como qualquer combinação de textos, gráficos, sons, animações e vídeos mediados através do computador ou outro meio eletrônico.

É consenso entre estudiosos da Educação que a comunicação midiada desperta a atuação dos nossos sentidos de novas maneiras, daí advindo o poder da informação multimídia. Como o conteúdo em um CD-ROM ou em uma página multimídia apela a diversos sentidos ao mesmo tempo, a carga informativa é significativamente maior. Com diversos sentidos sendo solicitados simultaneamente a informação é mais redundante, oferecendo um maior poder de assimilação e retenção. Além do que, amplia-se a atenção, já que os apelos sensoriais são multiplicados e comumente inesperados e surpreendentes.

### A Multimídia na Educação

Não são poucos os educadores que defendem a possibilidade do uso do computador na educação. Até o advento do computador, a tecnologia usada para o ensino limitava-se a audiovisuais e ao ensino a distância, pela televisão, o que simplesmente ampliava a atividade dos professores e passividade dos alunos. Vários estudiosos salientam a possibilidade interativa oferecida pelo computador, que desperta o interesse do aluno em descobrir suas próprias respostas, em vez de simplesmente decorar os ensinamentos impostos, de maneira que a máxima do "aprender fazendo" torna-se regra e não exceção, devido ao alto poder de simulação proporcionado.

Todavia, é preciso entender que a utilização da multimídia na escola não significa uma ameaça ao professor. Ela deve ser usada para enriquecer o processo educacional e não como um artefato para a substituição do professor. Só um professor pode dar tratamento individualizado e diferenciado. Os títulos multimídia, por mais completos que sejam, não podem cobrir todas as dúvidas que porventura podem ocorrer a um aluno. Portanto, em situações nas quais títulos

multimídia venham a ser utilizados intensivamente, o professor deve assumir uma posição de mentor ou guia durante a utilização do computador e seus recursos.

Já as disciplinas que tradicionalmente oferecem alguma dificuldade aos alunos, por tratarem de assuntos que exigem grande abstração, podem se valer do grande poder de simulação da multimídia. Além do mais, possibilitam que assuntos outrora áridos possam ganhar utilização prática com imagens e sons. A capacidade de assimilação e fixação dos alunos é multiplicada, pois a multimídia traz vida, demonstrações práticas e conjuga entretenimento a tais conteúdos (Primo, 1996).

### **Hipertexto e Hipergrafia**

Uma das características mais importantes da multimídia para a educação é sem dúvida o hipertexto. O hipertexto é um texto formatado usando pontos ativos (*links*) e extensamente indexado. Os pontos ativos permitem que o usuário salte entre tópicos interligados; e o índice permite que o usuário localize assuntos específicos com base em palavras-chave, de forma que assim que o usuário se depare com uma palavra ou informação que lhe gere alguma dúvida ele pode clicar sobre tal informação que será conduzido automaticamente a diversas outras informações que expliquem ou completem aquela outra.

A hipergrafia transforma essa possibilidade em algo ainda mais interativo e de apelo e conteúdo ainda maior. A hipergrafia é definida como a integração de textos, gráficos, animações e som em um programa multimídia usando elos interativos, e representa uma extensão do conceito de hipertexto: refere-se a associação do hipertexto com a multimídia. Ou seja, em vez de uma explicação textual sobre um conceito que havia gerado dúvida, pode-se receber um complemento informativo através de diferentes mídias, como gráficos ou vídeos.

Segundo Zem-Mascarenhas & Cassiani (2001), a utilização de hipergrafia em ambientes de ensino oferece uma maior

flexibilidade de uso e uma melhor apresentação das informações aos usuários. Além disso, devido aos recursos audiovisuais normalmente disponíveis, ela também estimula o aluno a aprender.

Pierre Lévy (1993) sugere que a especificidade do hipertexto reside em sua velocidade. A instantaneidade com que se resgatam informações leva a não-linearidade da leitura a extremos. Como o hipertexto torna-se característica preponderante dos produtos multimídia, surgem novas formas de escrever (de forma fragmentada) e de ler (batizada de navegação).

De forma completamente diferente do que acontece com o texto tradicional, o hipertexto simula o processo de associação realizado pela mente humana, possibilitando a movimentação pelos *links* que contenham conceitos similares. Desse modo, a navegação pelo hipertexto cria um processo mais parecido com o raciocínio humano, que não é linear (Guerra, 2000). Comparando com um objeto do mundo físico, nos perdemos muito mais facilmente em um hipertexto do que em uma enciclopédia (Lévy, 1993), pois a referência espacial e sensoriomotora que atua quando seguramos um volume nas mãos não mais ocorre diante da tela do computador.

Também é preciso salientar a importância da utilização da multimídia na educação. Todo conhecimento é mais facilmente apreendido e retido quando a pessoa se envolve mais ativamente no processo de aquisição de conhecimento. Portanto, graças à característica reticular e não-linear da multimídia interativa a atitude exploratória é bastante favorecida, sendo assim um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa (Lévy, 1993).

### **Interface**

O vocábulo interface designa um dispositivo para comunicação entre dois sistemas informáticos distintos. Já uma interface homem/máquina "designa o conjunto de programas e aparelhos materiais que permitem a comunicação entre um sistema informático e seus usuários humanos" (Lévy

,1993). Logo, a interface é tudo aquilo que está entre o usuário e a máquina.

A interface do produto multimídia é o conjunto dos elementos gráficos e do sistema de navegação. Muitos títulos multimídia de conteúdo vasto e aprofundado naufragaram por oferecer interface de baixa qualidade. Gráficos pobres podem aborrecer o usuário pela falta de apelo visual. Se o sistema de navegação do produto é ruim, o usuário pode se perder pelo produto e sentir-se desconectado do conteúdo. Nesses casos, é comum o usuário desistir logo e não voltar a usar o produto.

Uma interface bem produzida pode transformar um título multimídia. Uma interface intuitiva, que permita que o usuário navegue pelo produto como desejar, que não o deixe se perder e que claramente interaja com ele transforma o produto em um potente artefato educacional. Por outro lado, uma interface de difícil aprendizado, que não ofereça possibilidades claras de navegação e de descoberta do conteúdo acaba por prejudicar o aprendizado, além de confundir e perder o usuário (Primo, 1996).

### **Internet**

A Internet (Interconnected Networks), como a conhecemos hoje, deriva diretamente da difusão ampla da tecnologia gerada para se implantar uma rede de computadores encomendada no final da década de 60 a alguns grupos de pesquisa de universidades americanas pelo Departamento de Defesa dos EUA.

Como típico produto da era da Guerra Fria, a tecnologia gerada incorpora algumas características interessantes do ponto de vista militar, tais como:

- Ausência de nodo central;
- Flexibilidade arquitetural;
- Redundância de conexões e funções;
- Capacidade de reconfiguração dinâmica.

Por outro lado, como convém a um novo modelo de pesquisa estratégica e multi-institucional em tecnologias de informação e comunicação, a tecnologia gerada espalhou-se amplamente pelo ambiente acadêmico, primeiramente nos EUA e em seguida no exterior.

Já no final da década de 80, a promoção do uso de Internet e do avanço da tecnologia associada nos EUA era liderada pela *National Science Foundation* (NSF), e não mais pelo Departamento de Defesa. A partir de 1989, a NSF passou a incentivar ativamente as conexões de outros países aos EUA, para fins ligados à educação e pesquisa.

Seguindo e/ou respondendo ao modelo de evolução da Internet nos EUA, a tendência nos países mais atentos ao nascente fenômeno foi o envolvimento inicial de instituições do setor acadêmico na montagem de redes nacionais, ou diretamente adotando a linha Internet ou evoluindo de tecnologias anteriores. Em seguida, ocorreu o envolvimento de governos, interessados na implantação de infra-estrutura de redes para apoio a atividades de educação e pesquisa. Finalmente, já na década de 90, os serviços até então restritos à educação e pesquisa se abriram e expandiram rumo a serviços Internet abertos a quaisquer fins (Takahashi, 2000).

### **RECURSOS DESENVOLVIDOS**

Com o advento da Internet e seu notável crescimento, desenvolveu-se paralelamente um grande mercado voltado ao fornecimento de ferramentas destinadas à produção de conteúdo para a *Web*. A contínua e expressiva demanda de produtos voltados para a confecção de material multimídia abriu espaço para a criação e desenvolvimento de empresas que se especializaram em produzir *softwares* e equipamentos específicos para as mais variadas necessidades associadas à produção e distribuição de conteúdo multimídia. Neste item, são apresentados os recursos desenvolvidos (animações, *applets*, hipertexto, vídeos e CD-ROM).

Os recursos produzidos que estão disponíveis na Internet encontram-se no seguinte endereço:

<http://www.lmc.ep.usp.br/pesquisas/tecedu>

Na página que se encontra no endereço acima, é possível acessar também outros recursos desenvolvidos por professores e alunos participantes do projeto integrado de pesquisa intitulado “Investigação de Novas Metodologias para o Ensino de Engenharia de Estruturas Utilizando Recursos de Multimídia Interativa”, do Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações da Escola Politécnica da USP.

### **Animações**

Foram desenvolvidas treze animações, abordando vários tópicos referentes ao concreto armado submetido a flexão simples, a flexão composta normal e a flexão composta oblíqua, contando com a colaboração de alunos de iniciação científica durante o desenvolvimento.

O processo de criação de cada uma das animações consistiu de cinco etapas: escolha do assunto a tratar, definição do roteiro, planejamento da navegação, elaboração das animações no ambiente de desenvolvimento e pré-utilização com o objetivo de detectar eventuais falhas nos scripts de navegação. Estando tudo em conformidade com o planejado, a animação era disponibilizada na Internet.

Na escolha do assunto a tratar, o tópico a ser abordado era definido de forma específica, sendo dada preferência a assuntos que contivessem elementos de visualização importante ou relativamente difícil.

A definição do roteiro contemplava o modo segundo o qual o assunto escolhido deveria ser convertido para o formato interativo, tornando-se clara nessa fase o aspecto das ilustrações, o conteúdo textual a ser inserido, de que forma e em quais ocasiões deveriam ser animados os textos e as ilustrações, bem

como a maneira segundo a qual seria feita a distribuição do conteúdo na área visível.

Na fase de planejamento da navegação, não apenas eram pensadas as alternativas quanto ao deslocamento entre as diversas cenas que constituiriam o filme, mas também a maneira segundo a qual, dentro de uma mesma cena, animações específicas viriam ter o fluxo sob controle do usuário.

No desenvolvimento das animações foi utilizado o *software Macromedia Flash*, e, para cada animação, buscou-se construir interfaces elegantes com boa qualidade gráfica.

As animações desenvolvidas são apresentadas logo abaixo.

- 1) Modelo Constitutivo do Aço;
- 2) Modelo Constitutivo do Concreto;
- 3) Hipóteses de Ruptura na Flexão Simples;
- 4) Domínios de Deformação;
- 5) Modelo Resistente na Flexão – Armadura Simples;
- 6) Modelo Resistente na Flexão – Armadura Dupla;
- 7) Modelo Resistente na Flexão – Seção T;
- 8) Dimensionamento – Seção Genérica;
- 9) Modelo Resistente na Flexão Composta Normal – Pequena Excentricidade;
- 10) Modelo Resistente na Flexão Composta Normal – Grande Excentricidade – Armadura Simples;
- 11) Modelo Resistente na Flexão Composta Normal – Grande Excentricidade – Armadura Dupla;
- 12) Flexão Composta Oblíqua;
- 13) Diagramas de Interação Adimensionais.

Na figura 1 são apresentadas algumas capturas de tela quando da execução das animações.

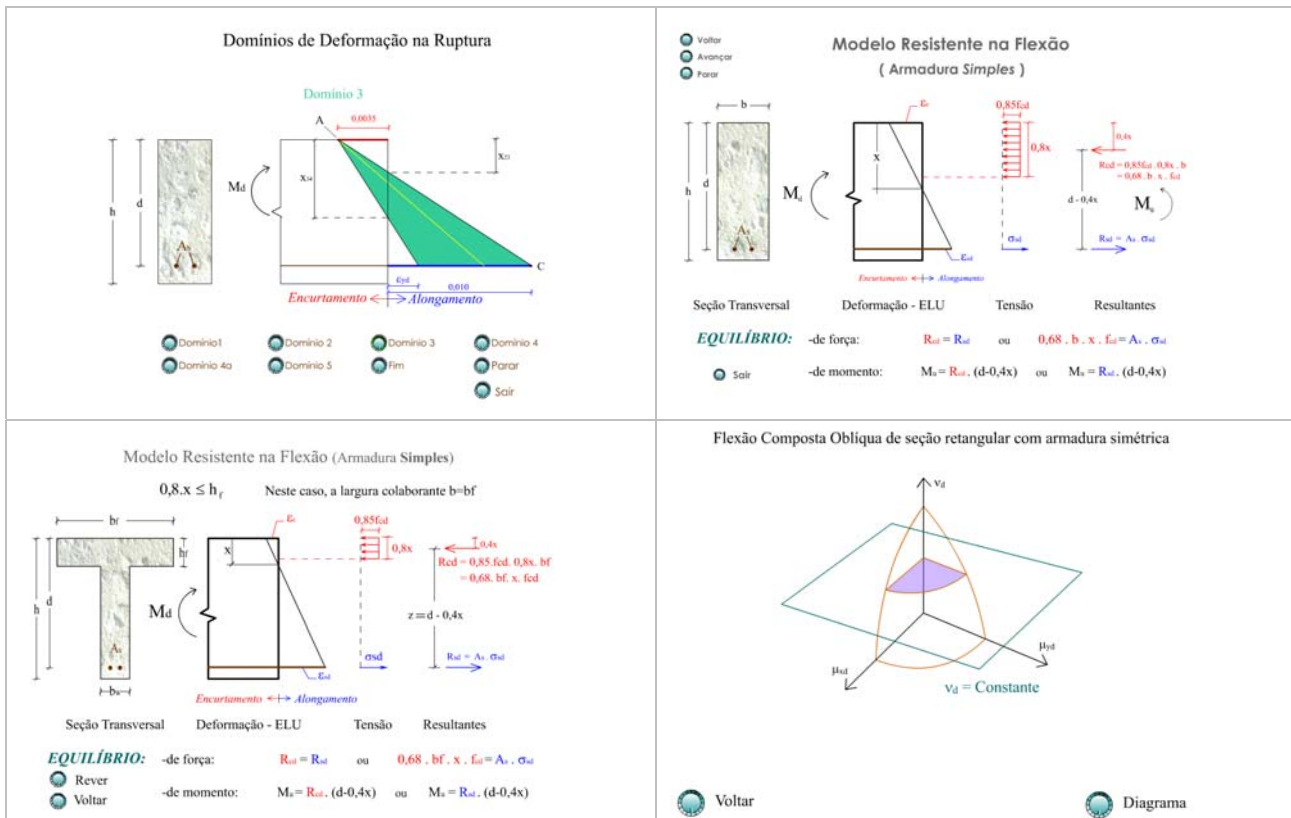


Fig. 1 – Algumas das animações desenvolvidas.

## Applets

*Applets* são programas desenvolvidos em *Java* que rodam dentro de um *browser*. Os *applets* são seguros, dinâmicos, independentes de plataforma e rodam em ambiente de rede. Eles podem reagir à entrada do usuário tornando as páginas *Web* mais dinâmicas.

Desenvolvidos em um ambiente de desenvolvimento *Java* com a participação dos alunos de iniciação científica Fábio Corregio, Cristina Fava Simionato e Kristiane Silveira Fernandes, espera-se que os *applets* criados proporcionem uma significativa contribuição no ensino e na aprendizagem do conteúdo das disciplinas de concreto armado e protendido.

Os *applets* desenvolvidos encontram-se relacionados na página seguinte, e têm o seu nome vinculado ao tema que abordam. São eles:

1) Flexão Simples - Dimensionamento;

2) Flexão Simples - Verificação;

3) Flexão Composta Normal - Dimensionamento;

4) Diagramas de Interação Adimensionais;

5) O Conceito de Protensão;

6) Perdas por Atrito em Cabos Pós-Tracionados;

7) Perdas por Acomodação das Cunhas de Ancoragem;

8) Cálculo da Deformação por Fluência e Retração no Concreto.

A figura 2, na próxima página, ilustra alguns dos *applets* desenvolvidos.

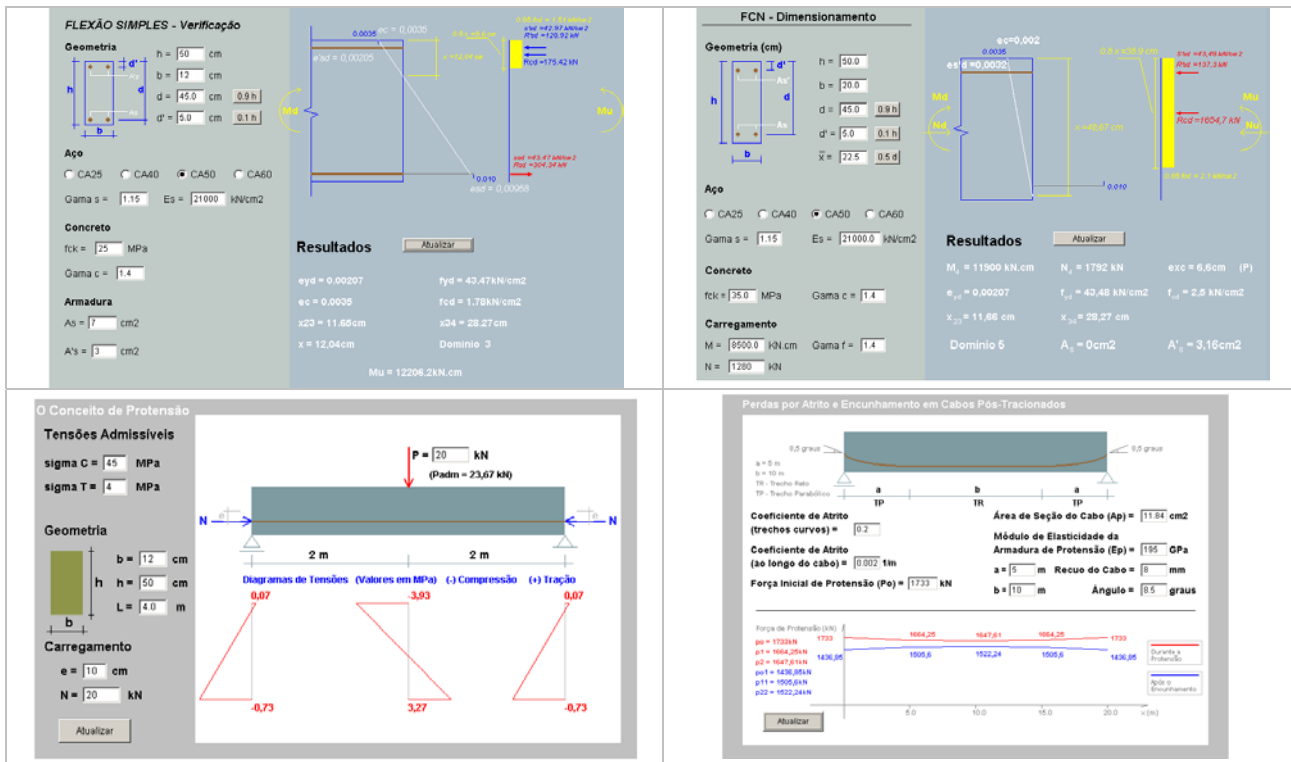


Fig. 2 – Alguns dos applets desenvolvidos.

## Hipertexto “Flexão Simples”

Esse hipertexto foi desenvolvido com o intuito de proporcionar, na Internet, uma fonte de informações referentes a flexão simples, englobando tanto conteúdo textual como animações e *applets*, de forma a servir de material de complemento didático para professores e fonte de pesquisa e aprofundamento para alunos. A figura 3 apresenta a página de entrada do hipertexto.

O hipertexto também conta com um módulo de exercícios (fig. 4), o qual, desenvolvido com os *softwares Flash, Dreamweaver, Fireworks e Corel DRAW*, conta com aprazível interface e fácil navegação. O conteúdo textual foi dividido em oito módulos, sendo que seis deles apresentam vínculos para animações e *applets* que complementam a compreensão do texto apresentado.



Fig. 3 – Página principal do hipertexto “Flexão Simples”.

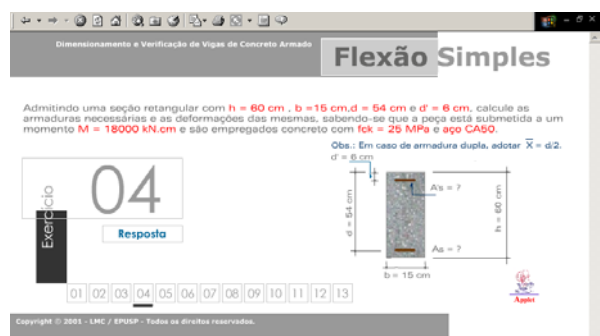


Fig. 4 – Módulo de exercícios: Exercício 04.

## Vídeos

Sabe-se que, atualmente, um dos maiores desafios para os educadores é facilitar o aprendizado e motivar seus alunos, de modo que existe um forte movimento no sentido de

combinar estes dois aspectos. Como um esforço para acompanhar esta nova tendência, vários vídeos foram produzidos, editados e digitalizados, objetivando a melhoria e a modernização do processo de aprendizagem.

A importância da produção de vídeos para o ensino de engenharia pode ser justificada pela verificação de que o uso de vídeos é escasso na maioria das escolas brasileiras. Portanto, com as ferramentas atualmente oferecidas e pelo custo relativamente baixo das novas tecnologias de multimídia, justifica-se o investimento em produzir vídeos visando melhorar o aprendizado dos alunos de engenharia.

Os seguintes vídeos foram desenvolvidos:

- 4 vídeos sobre Estado Duplo de Tensão;
- 1 vídeo sobre determinação da resistência do concreto;
- 1 vídeo sobre as obras do novo trecho da rodovia dos Imigrantes;
- 1 vídeo de entrevistas com dois Engenheiros Estruturais;
- Vídeo “Concreto Protendido”;

A filmadora utilizada no projeto, um equipamento de ponta na área de vídeos, demandou um aprendizado mais aplicado, em função das possibilidades proporcionadas pela mesma.

Posteriormente, com o material básico em mãos, puderam ser realizadas filmagens de aulas-teste, as quais consistiam em: filmagens com fundo azul (para posterior inclusão de imagens de apresentações em Power Point, Gifs, Flash etc), filmagens com exposição de figuras em Power Point, filmagens priorizando o som e, finalmente, filmagens obtidas a partir da combinação destas citadas (cf. figuras 5 a 8).



Fig. 5 - Teste de fundo azul.

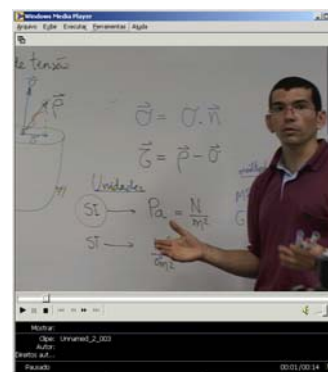


Fig. 6 - Teste de iluminação.

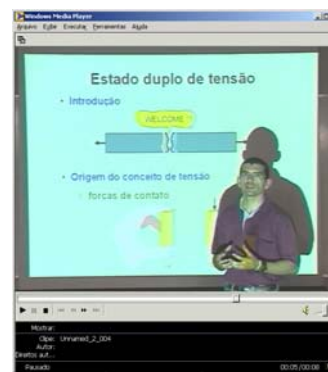


Fig. 7 - Teste de projeção.



Fig. 8 - Testes de som e combinações.

Após estes testes, constatou-se que o formato ideal para a realização das filmagens não era necessariamente utilizando os recursos de fundo azul (Chroma Key). A edição para a alteração do fundo azul apresentou problemas, uma vez que algumas figuras perdiam definição de cores e algumas de suas partes eram omitidas pelo corpo do interlocutor. Além disto, também houve problemas de sincronização e visualização por parte do professor, dando ao vídeo uma qualidade baixa.

As filmagens nas quais o professor lecionava a aula no quadro verde ou no quadro branco também foram descartadas. O formato destas aulas era idêntico ao de uma aula convencional, não acrescentando um diferencial que estimulasse o aluno à utilização do vídeo. Além disto, este formato resultou em filmes longos e problemáticos em termos de iluminação, enquadramento e som.

Após a realização dos testes e do estudo da bibliografia sobre criação de vídeos, optou-se por realizar as filmagens das aulas mediante o preparo de um roteiro resumido do assunto a ser discutido. Houve toda a preocupação em transmitir os conceitos numa linguagem clara, direta e em um tempo que não tornasse a aula monótona para o aluno. Para definir esse formato, houve a necessidade de um aprendizado e consulta bibliográfica de manuais e de literatura referente à confecção de roteiros. Um material bibliográfico auxiliar muito útil foi o livro “Da Criação ao Roteiro”, de Doc Comparato. Após vários testes estimou-se que um vídeo com até quinze

minutos era suficiente para satisfazer as condições acima expostas.

Com a finalidade de dar dinâmica às aulas e mais qualidade à apresentação do professor, durante as filmagens foi utilizado um sistema auxiliar similar ao recurso de “Teleprompt”, utilizado em telejornais. No sistema empregado, um computador do tipo *Laptop* foi colocado imediatamente abaixo da lente da câmera. Assim, durante a filmagem o laptop apresentava o conteúdo do roteiro, possibilitando dessa forma a sua leitura pelo professor, conforme apresentado na figura 9.



Fig. 9 – Sistema auxiliar .

Nestes vídeos, a inclusão das figuras (previamente confeccionadas no programa *Corel Draw*) foi feita mediante utilização dos recursos oferecidos pelo programa de edição *Adobe Premiere*. Assim, ao longo da explicação de uma aula, a imagem do professor é intercalada com figuras que ilustram o assunto. No vídeo, também foram sobrepostos textos enfatizando os tópicos centrais (palavras-chave, definições, frases sintéticas) do assunto apresentado. Cada aula inicia com uma tela de chamada contendo o título, identificação do professor e da instituição. Além disto, no final do vídeo foram incluídos informações sobre o projeto, *Copyright* e indicação do financiamento da FAPESP.

Abordando os fundamentos do concreto protendido, o vídeo “Concreto protendido” foi produzido pela Belgo-Mineira e originalmente disponibilizado em formato VHS (*Video Home System*). Como a proposta

do trabalho previa que o vídeo deveria ser disponibilizado via Internet ou por meio de um CD-ROM, ele foi digitalizado e posteriormente editado, sendo que no processo de digitalização foi utilizada uma placa de aquisição de vídeo *Pinnacle*, e para a edição do conteúdo já digitalizado, foi empregado o *software Adobe Premiere*.

Uma vez digitalizado e editado, foi constatado que o arquivo do vídeo digitalizado, de 11 minutos e 54 segundos de duração, apresentava um tamanho de 1.37 GB, que impossibilitava a sua inclusão em um CD-ROM e o tornava inviável de ser visto por meio da Internet. Para contornar esses problemas, dois procedimentos foram adotados, e são tratados a seguir. Tais estratégias também foram empregadas quando da disponibilização dos vídeos produzidos pela EPUSP.

O primeiro procedimento consistiu em comprimir o arquivo de vídeo, utilizando-se para isso o *software VirtualDub*. Com isso, obteve-se um arquivo bem menor (140 MB), preservando a alta qualidade de vídeo e áudio. Entretanto, para a visualização do vídeo, é necessário o uso de um *codec (codificador-decodificador)*, que é o programa responsável pela descompactação do arquivo. Essa medida tornou possível incluir o vídeo em um CD-ROM, mas seu tamanho ainda tornava o seu acesso pela Internet impraticável.

Para viabilizar o vídeo pela Internet, foi feita uma compressão ainda maior, aliada a uma segmentação do arquivo resultante em várias partes. Embora a compressão aplicada tenha acarretado uma sensível perda de qualidade gráfica, o áudio teve a sua qualidade praticamente inalterada, e o resultado final foi bastante satisfatório.

Nesta primeira fase do projeto, todo o material desenvolvido pela EPUSP está sendo disponibilizado em fitas de vídeo para consulta pelos alunos da Escola Politécnica. Partes dos vídeos podem ser acessados pela Internet.

## CD-ROM

CD-ROM significa *Compact Disk, Read Only Memory* (disco compacto apenas de leitura), e como o próprio nome diz, os CD-ROMs já vem gravados, e não podem ser alterados pelo usuário. Os CD-ROMs atuais têm capacidade de armazenamento de até 700 MB (megabytes), o que corresponde a mais de 480 disquetes de 1.44 MB, constituindo um excelente meio para disseminar grandes volumes de informação, especialmente produtos multimídia.

Tendo em vista que alguns dos recursos desenvolvidos, como o vídeo, requerem Internet de alta velocidade para que sua utilização *on-line* seja satisfatória, e que são relativamente poucas as salas de aula com um ponto de acesso à Internet, o conteúdo multimídia desenvolvido foi disponibilizado sob a forma de um CD-ROM, de forma a possibilitar o uso dos recursos independentemente de conexões com a Internet.

O CD-ROM foi feito utilizando-se o *Macromedia Director*, e integra as animações, os *applets*, o hipertexto “Flexão Simples” e o vídeo. Os aplicativos necessários para a visualização *off-line* de todo o conteúdo também foram disponibilizados.

## CONCLUSÕES

O advento de novas tecnologias tem proporcionado várias modalidades de aplicações no ensino de Engenharia, figurando entre as mais utilizadas na atualidade, os recursos de multimídia interativa, com utilização *off-line* ou pela Internet. O uso de material multimídia na Engenharia de Estruturas tem trazido benefícios a vários alunos, ao motivá-los e ajudá-los a visualizar várias situações teóricas consideradas importantes para a formação de um bom profissional (Shepherdson, 2001).

Os recursos multimídia, quando planejados e criados visando a sua introdução em um ambiente de ensino, requerem para o seu desenvolvimento, não apenas conhecimentos técnicos associados aos diversos programas que deverão ser utilizados na produção do material, mas também estudos referentes a

características de interface mais adequadas, e um significativo tempo a ser empregado durante sua construção.

No decorrer do desenvolvimento dos trabalhos, o interesse pela utilização do material tanto por professores como por alunos intensificou-se, o que acabou proporcionando, sobretudo em relação aos vídeos, a participação de forma indireta desses, por intermédio de sugestões, comentários e até participações nos vídeos.

Com o material multimídia desenvolvido, foi possível proporcionar, em tópicos das disciplinas Concreto armado, Concreto protendido e Resistência dos materiais, novas opções para os professores compartilharem seus conhecimentos e experiências, além de fornecer um conteúdo em um formato mais atual, inovador e explicativo. Para os alunos, foi proporcionado um ambiente no qual é possível aprofundar o que aprenderam em sala de aula, despertando motivação e interesse pelos assuntos tratados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, J; GOWIN, S. (2000) **Using director shockwave studio**. Macromedia Inc. San Francisco, 2000.
- CALDAS, R.F. (2000) **Novas tecnologias para uma nova educação**, Disponível em: <[http://sites.uol.com.br/cdchaves/novas\\_tecnologias.htm](http://sites.uol.com.br/cdchaves/novas_tecnologias.htm)> Acesso em 7 nov. 2000.
- COMPARATO, D. (1996) **Da criação ao roteiro**. Rocco, Rio de Janeiro, 1996.
- CYSNEIROS, P.G.(2000) **Novas tecnologias no cotidiano da escola**. Disponível em: <[http://www.proinfo.gov.br/didatica/testosie/prf\\_txtie8.shtm](http://www.proinfo.gov.br/didatica/testosie/prf_txtie8.shtm)> Acesso em 9 abr. 2000.
- GUERRA, J.H.L. (2000) **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: Uma aplicação em planejamento e controle da produção**. São Carlos, 2000. 159p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LE ROY, L.N. (1997). **A Internet na aprendizagem: aplicação do correio eletrônico em atividade pedagógica para alunos do ensino fundamental**. Brasília, 2001. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília.
- LÉVY, P. (1993). **As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- PRIMO, A.F.T. (1996) **Multimídia e educação**. Revista de divulgação cultural, n.60, Blumenau, 1996.
- SHEPHERDSON, E. (2001) **Teaching concepts utilizing active learning computer environments**. Massachusetts, 2001. 159p. Tese(Doutorado) – Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- TAKAHASHI, T. (Org.)(2000) **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.
- VIEIRA, F.M.S. (2000) **A utilização das novas tecnologias na educação numa perspectiva construtivista**. Disponível em <<http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/textos/txnovatec.pdf> > Acesso em 22 out. 2001.
- ZEM-MASCARENHAS, S.H; CASSIANI, S.H.B. (2001) Desenvolvimento e avaliação de um software educacional para o ensino de enfermagem pediátrica. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto: EERP, v. 9, n. 6, p.13-18, nov. 2001.