

CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO–APRENDIZAGEM PARA AS DISCIPLINAS DE CONCRETO ARMADO

José Marcio F. Calixto – calixto@dees.ufmg.br

Gláucia N. Almeida – glaucia@dees.ufmg.br

Elizabeth V. Maia – bethmaia@dees.ufmg.br

Frederico Rodrigues – maildofred@yahoo.com

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Estruturas.

Av. do Contorno 842, 2º andar.

30110-060 – Belo Horizonte – MG

Resumo: *Este trabalho propõe um modelo para concepção na Web de um ambiente interativo para o ensino das disciplinas de concreto armado e protendido dos cursos de engenharia e arquitetura. A estratégia principal é a utilização de recursos multimídia e de interfaces gráficas com intuito de facilitar o entendimento e a visualização das situações de projeto e dimensionamento. A implementação computacional está sendo feita através de applets. O fato de JAVA suportar o paradigma de programação orientada a objetos foi o elemento mais relevante, pois propicia a criação de um código modularizado, de fácil expansão e manutenção. Apesar de outras linguagens suportarem tal paradigma, raramente se consegue um código completamente portátil com estas linguagens de programação. Esta portabilidade é extremamente importante uma vez que se deseja que o aluno acesse o ambiente na Internet. O primeiro conteúdo apresentado enfoca o dimensionamento à flexão simples e ao cisalhamento de seções retangulares de concreto armado utilizando as prescrições regulamentares da nova NBR 6118-2003, mostrando ao aprendiz cada etapa do processo de dimensionamento das seções. A metodologia adotada é estimular o aluno a explorar um grande número de hipóteses. A facilidade de poder-se variar os parâmetros e visualizar imediatamente as conseqüências destas variações torna-se uma verdadeira ampliação do aprendizado.*

Palavras-chave: *concreto armado e protendido, ferramentas de ensino, Web, Java, programação orientada a objetos.*

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico propiciou a utilização dos computadores em praticamente todas as áreas do conhecimento, processos de produção, saúde, transportes, educação, entretenimento, meios de comunicação e outros. Especificamente na educação, a utilização dos computadores começou a difundir-se nas décadas de 60 e 70 com o surgimento da instrução auxiliada por computador (*CAI – Computer Aided Instruction*) onde o computador era programado para reproduzir exercícios tradicionais, aplicados pelos professores em sala de aula. Esse tipo de software tem caráter algorítmico, apresentando uma interação aprendiz-computador controlada pelo sistema de forma bastante rígida. O conteúdo a ser transmitido é organizado em quadros ou blocos, armazenado e apresentado em graus de dificuldade crescente. Ao final de cada módulo o estudante é submetido a perguntas e caso as respostas não correspondam ao especificado ele é impedido de continuar (MARTINS *et al.*, 2003).

Com o surgimento da multimídia e, mais tarde, do hipertexto desencadeou-se o desenvolvimento de softwares hipermídia. Por multimídia entendemos todos os programas e sistemas em que a comunicação entre homem e computador se dá através de múltiplos meios de representação de informações, como texto, som e imagens. A hipermídia é uma combinação da multimídia e do hipertexto onde o encadeamento de referências permite a consulta não-seqüencial. Num título hipermídia a ordem de visualização é determinada pelo usuário que disporá de controles para a navegação não-seqüencial. Esses controles são indicações visuais, geralmente representados por imagens, textos sublinhados ou botões, que permitem seguir referências, pesquisar assuntos e índices (FILHO, 2000).

A aplicação dos recursos hipermídia conjuntamente com a telemática torna possível a criação de aplicativos para Web com alto grau de interação entre o aprendiz e o computador, entre o aprendiz e professores e entre aprendizes o que propicia o desenvolvimento de ambientes de ensino-aprendizagem com uma arquitetura pedagógica que potencialize a construção do saber. Segundo ROCHA e BARANAUSKAS (2003) a possibilidade de relacionamento permitida pela Web é a causa principal do seu sucesso.

2. O COMPUTADOR AUXILIANDO O ENSINO DE CONCRETO ARMADO

Tendo em vista as tendências e as necessidades atuais do mercado de trabalho com os contínuos avanços em todas as áreas do conhecimento, as escolas brasileiras precisam reformular seus programas educacionais. Uma proposta visando obter esta agilidade é incentivar o aluno a estudar e pesquisar de modo independente (extra-classe) com o intuito de fortalecer e consolidar o aprendizado através de atividades sugeridas dentro de um ambiente de ensino-aprendizagem virtual. Em outras palavras, o que se propõe é trocar a forma tradicional de ensino da transferência de informação que reduz os alunos a simples expectadores e exímios (?) memorizadores de conceitos pela abordagem sugerida por Vygostky, com o seu conceito da zona de desenvolvimento proximal: fornecer para o aluno o que ele não sabe, mas está pronto para aprender (BORK, 2001; CAMARGO, 2003).

Um dos principais e constantes problemas encontrados na aprendizagem dos alunos de engenharia é a dificuldade por parte deles em visualizar fenômenos ligados ao comportamento, dimensionamento e detalhamento final das estruturas de concreto armado. Logo, a forma tradicional de ensino, não é suficiente para que os alunos possam apreender os conceitos necessários e caminhar com sucesso em todas as etapas de projeto.

Pretende-se com esta pesquisa estabelecer um substrato metodológico efetivo de apoio ao ensino das disciplinas de concreto armado através da Web. A escolha do concreto armado para ser o conteúdo programático deveu-se ao fato de ser o concreto o material de construção mais utilizado mundialmente (NEVILLE, 2000).

O ensino de engenharia de estruturas se fundamenta na determinação de parâmetros numéricos tais como deslocamentos, deformações, tensões e esforços. Estes parâmetros são comparados com valores limites prescritos por normas técnicas. Portanto, a ênfase das disciplinas de engenharia de estruturas é numérica. Neste contexto, o cálculo da área de armadura de seções retangulares submetidas à flexão normal simples e ao cisalhamento é o primeiro tópico abordado nas disciplinas de concreto armado na maioria das escolas. A área de armadura é dependente das dimensões da seção, da resistência do concreto empregado e do momento atuante. Variando-se estas grandezas altera-se a armadura. Tem-se, portanto, um fenômeno que pode ser simulado no computador.

Como se sabe, a simulação possibilita ao aprendiz a exploração de um grande número de hipóteses através da variação dos parâmetros de entrada de dados e a visualização imediata das alterações ocorridas. Entretanto, a simulação por si só não assegura a aprendizagem nem tampouco garante que ela seja mais motivadora que as atividades de aprendizagem ditas tradicionais. O conteúdo apreendido pelo aluno deve ser sempre avaliado pelo professor da disciplina (VALENTE, 2002).

Pelas razões expostas, escolheu-se, nesta etapa, implementar as interfaces para verificações numéricas da metodologia de dimensionamento à flexão normal simples e ao cisalhamento como pequenas aplicações em JAVA – applets – utilizando as prescrições regulamentares da nova NBR 6118-2003 (ABNT, 2003). A seqüência dos algoritmos foi baseada na metodologia desenvolvida por TEPEDINO (1987) lecionada na Escola de

3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Adotando as premissas e hipóteses citadas está-se construindo um ambiente de ensino-aprendizagem baseado na Web denominado IDEAGateway. Ele será um portal virtual de ensino colaborativo centrado no aprendiz, cujo objetivo é agregar as várias mídias digitais e telemáticas para atender aos diferentes estilos de aprendizagem.

O design atual dos módulos que compõem o portal pode ser visto através da Figura 1. Suas interfaces apresentarão informações contextualizadas e idéias relacionadas favorecendo o entendimento dos conteúdos (BRAHLER *et al.*, 1999; SHEPHERDSON, 2001).

O módulo IDEASTudio englobará o conteúdo programático das diversas subáreas do conhecimento em Engenharia de Estruturas. O projeto lógico é composto de quatro ambientes complementares. Cada um deles possuirá um propósito pedagógico e, portanto uma interface apropriada (Figura 2). Nesta fase da pesquisa os ambientes estão sendo chamados de:

- ambiente visual tutor,
- ambiente visual animado,
- ambiente visual de navegação 3D, e
- ambiente visual de modelos interativos.

No ambiente tutor serão apresentados conceitos básicos relacionados ao conteúdo. A estratégia principal é a ligação com os demais ambientes. Através de exemplos contextualizados, os recursos disponibilizados nas interfaces guiarão o aprendiz na construção do conceito, permitindo a experimentação de diferentes hipóteses. No ambiente visual animado, as imagens permitirão explorar através de obras conhecidas tanto mundialmente como localmente as conexões entre os conceitos e situações reais de projeto. O ambiente de navegação 3D permitirá ao aprendiz visualizar um objeto tridimensional por todos os ângulos, simulando filmagens no mundo real. No ambiente de modelos interativos, o aluno poderá aferir seu entendimento sobre o conteúdo disponibilizado tanto no ambiente tutor quanto no ambiente visual animado. O aluno poderá alterar parâmetros controladores do processo em foco visualizando imediatamente as conseqüências destas variações.

O IDEASimulator é o módulo de apresentação da análise estrutural. A relação entre o simulador e um laboratório é extremamente importante no que se refere à associação entre comportamento e modelagem estrutural. Mais detalhes sobre o ambiente da Análise Estrutural podem ser encontrados no artigo Mídias Digitais e o Ensino de Engenharia de Estruturas, publicado nas XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural (MAIA *et al.*, 2002). A concepção do módulo IDEALive está ainda muito incipiente. A proposta é a montagem de um servidor de áudio e vídeo sob demanda. Neste servidor, serão armazenados vídeos de produção própria da UFMG e de outras instituições, aulas e palestras.

4. USABILIDADE, COMUNICABILIDADE E INTERATIVIDADE DE SOFTWARES PARA WEB

A usabilidade é um conceito geral também utilizado para conduzir o processo de design de sistemas computacionais visando qualidade da interação com os usuários e depende de vários aspectos. Alguns destes fatores são: a facilidade de aprendizado, a facilidade de uso, a satisfação dos usuários, a aplicabilidade, a flexibilidade e a produtividade (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003). Para os sistemas Web, segundo NIELSEN (2000), os usuários experimentam a usabilidade de um site antes de se comprometerem a utilizá-lo. Por isto a usabilidade é de extrema importância no design para a Web. Uma vez que dificilmente se consegue alcançar todos de forma equânime, o designer deve identificar quais destes fatores têm prioridade sobre quais outros. Como o propósito deste desenvolvimento é a construção de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem baseado na Web, está-se elegendo prioritariamente os fatores satisfação, aplicabilidade e flexibilidade. Ter-se-á um sistema no qual o aluno terá prazer em trabalhar, de maneira inteligente e criativa, solucionando seus

problemas e podendo realizar tarefas que não estariam declaradamente previstas. De forma geral, a aplicação deve funcionar como um instrumento para o aluno e não presumir que o aluno é quem deve atender às exigências de peculiaridades tecnológicas (SOUZA *et al.*, 2003).

A comunicabilidade de um sistema é a sua propriedade de transmitir ao usuário de forma eficaz e eficiente as intenções e princípios de interação que guiaram seu *design*. Da mesma forma, o objetivo da comunicabilidade é permitir que o usuário, através da sua interação com a aplicação, seja capaz de compreender as premissas, intenções e decisões tomadas pelo *designer*. A interação é um processo que engloba as ações do usuário sobre a interface de um sistema computacional e suas interpretações sobre as respostas reveladas por esta interface. A interface, por seu turno, é tanto um meio para a interação usuário-sistema, quanto uma ferramenta que oferece os instrumentos para esse processo comunicativo. Desta forma, a interface é um sistema de comunicação. O processo ensino-aprendizagem, segundo os construtivistas e interacionistas, apóia-se no processo de comunicação por meio principalmente da linguagem (GIUSTA e FRANCO, 2003). Partindo destes pressupostos, o *design* de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem recai no *design* da interação como um fenômeno de comunicação. Juntamente com a usabilidade a comunicabilidade objetiva aumentar a aplicabilidade do software.

5. FERRAMENTAS UTILIZADAS

Os ambientes, tutor e visual animado estão sendo implementados com tecnologia FLASHTM5, que é um software para animação em duas dimensões. Os filmes do Flash são gráficos vetoriais compactos; assim, o *download* é rápido e os filmes são automaticamente adaptados ao tamanho da tela do usuário. Assim como no cinema, estas animações podem ser construídas cena a cena ou por procedimentos automatizados de geração denominados recursos de interpolação de forma e interpolação de movimento. Os botões de navegação também são animados e respondem aos eventos do mouse. Para o desenho dos croquis dos modelos estruturais e dos ícones de auxílio à navegação utiliza-se o software CorelDRAWTM10. Esta ferramenta é compatível com o FLASHTM5, permitindo o envio das imagens através dos recursos copiar e colar, sem a necessidade de criação de arquivos temporários.

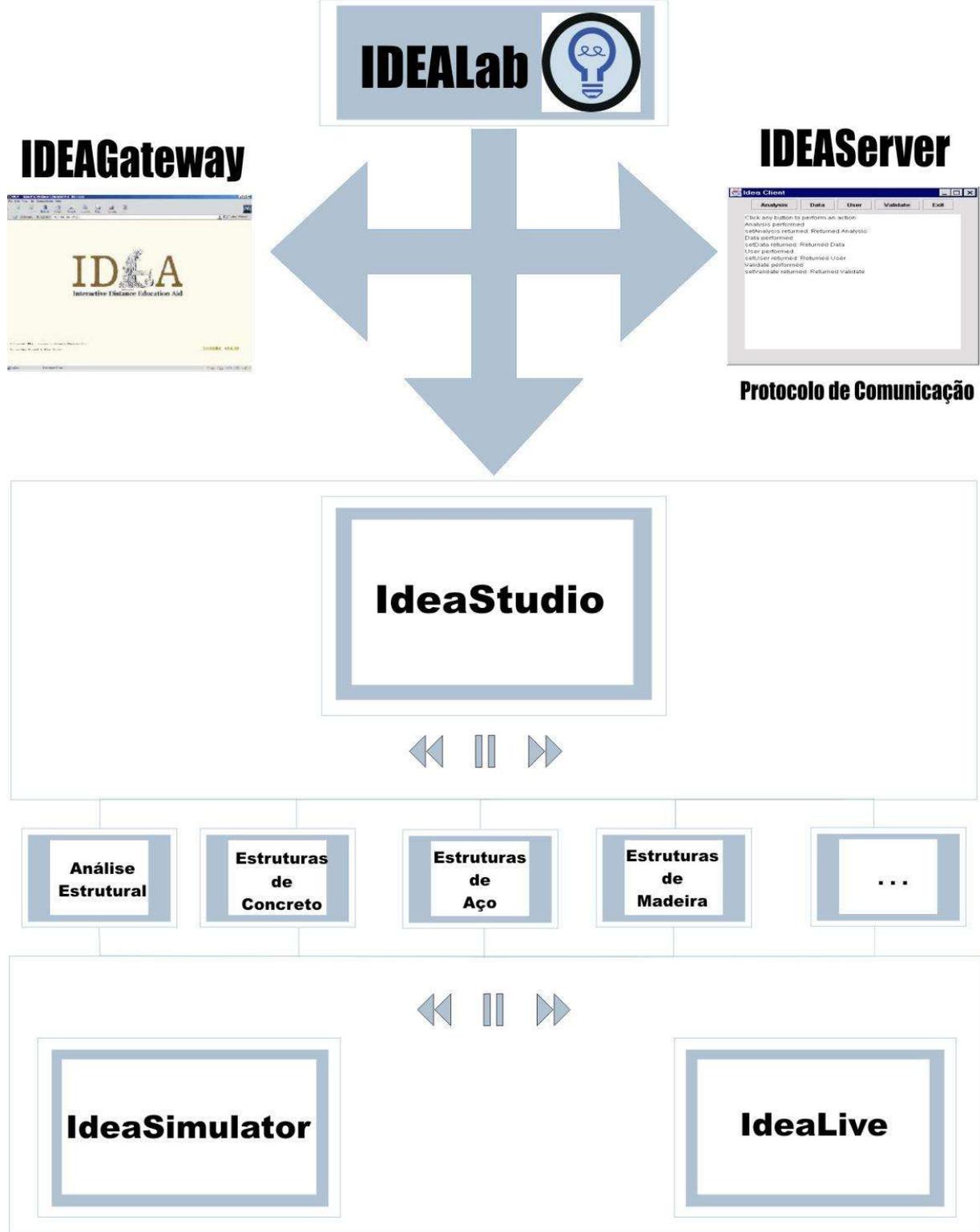
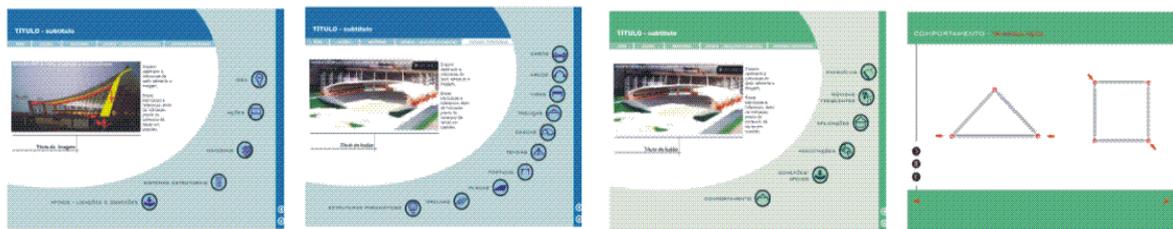


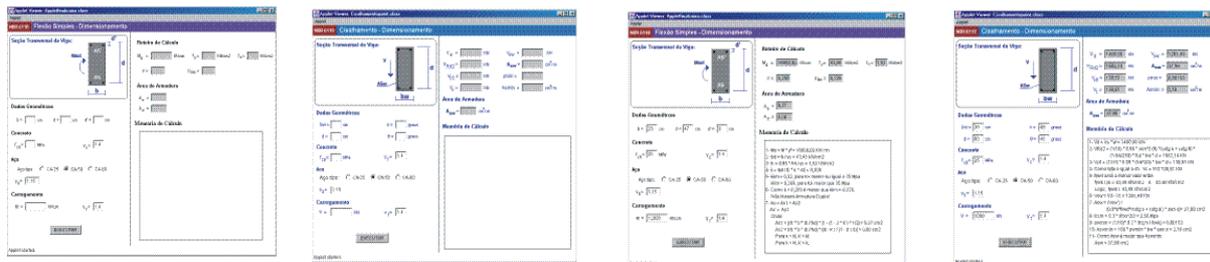
Figura 1 – Design atual dos módulos do IdeaGateway.

Interfaces do IdeaStudio

Ambiente visual tutor



Ambiente visual interativo



Ambiente visual animado



Interfaces do IdeaSimulator

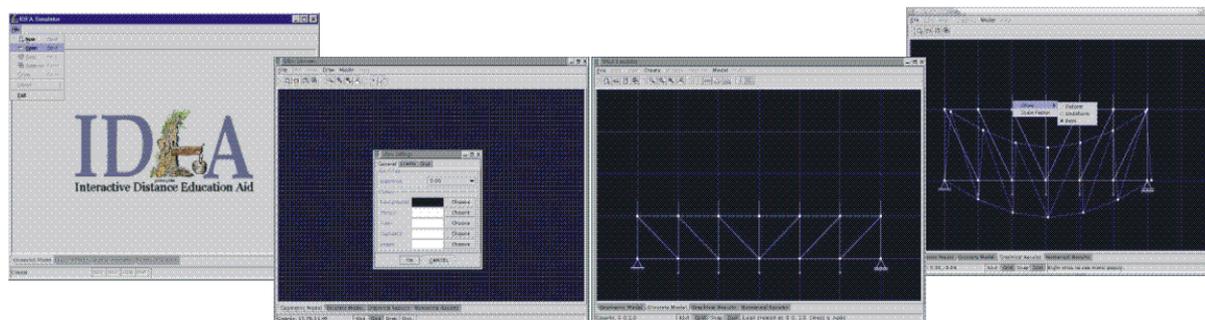


Figura 2 – Interfaces dos ambientes (parcial).

Para o design do ambiente de modelos interativos estão sendo utilizadas as técnicas de análise e programação orientada a objetos empregada juntamente com a linguagem JAVA. A utilização da plataforma JAVA possibilita criar páginas Web com conteúdo dinâmico e interativo além de programas especiais denominados *applets*. Os *applets* são pequenas aplicações que devem ser inseridas em um documento HTML ou XML. São seguras, confiáveis, extensíveis, reutilizáveis e de fácil manutenção. Além disso, elas são portáteis e podem fazer uso do conjunto de bibliotecas JAVA que facilitam o seu desenvolvimento (DEITEL e DEITEL, 2002; HOSTMAN e CORNELL, 2001).

6. PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

6.1 Projeto

Para a concepção do projeto dos ambientes do módulo das Estruturas de Concreto foi adotada a linguagem-padrão UML (Unified Modeling Language) A linguagem UML é adequada para a modelagem de sistemas orientados a objetos, incluindo os sistemas de informação baseados na Web, por se tratar de uma linguagem com uma semântica semiformal e dinâmica que possui sintaxe abstrata e regras bem definidas (PAGE-JONES, 2000).

O mapa de navegação desta fase de desenvolvimento do módulo das Estruturas de Concreto está representado pelo diagrama da Figura 3. Na página principal o aluno poderá efetuar o cadastro ou se identificar através de um login e uma senha. Desta interface, o aluno, a sua escolha, poderá navegar através dos ambientes. No ambiente visual tutor ele encontrará os conceitos perenes, recomendações apresentadas nas normas técnicas da ABNT (2003), exemplos de aplicações dos conceitos e sugestões para exercícios de fixação. Se for da escolha do aluno estes exercícios poderão ser numericamente verificados no ambiente visual interativo com os applets. Sugestões de detalhamento para as armaduras poderão ser visualizadas graficamente no ambiente visual de navegação 3D.

O diagrama de classes da Figura 4 exibe as classes do projeto orientado a objetos para o módulo das Estruturas de Concreto. Estas classes foram agrupadas em quatro blocos: controle da interação, controle do detalhamento, controle do dimensionamento e controle de acesso. As classes que compõem o primeiro bloco constroem a interface gráfica do ambiente visual interativo e são responsáveis pelo tratamento de eventos dos applets. Para a implementação destas classes foram utilizados os pacotes gráficos AWT e Swing da linguagem JAVA. O segundo bloco controlará a apresentação gráfica do detalhamento das armaduras em duas ou três dimensões. O terceiro grupo de classes controlam o dimensionamento para os estados de solicitação à flexão simples, à flexão normal composta, ao cisalhamento, torção e punção. E, por último, a classe Net é responsável por obter referências de controle de acesso ao ambiente, possibilitando a emissão posterior de relatórios que possam mapear a trajetória de navegação adotada por cada aluno.

6.2 Interfaces

A interface de cada applet está dividida em duas seções: entrada de dados e apresentação dos resultados de cálculo (Figuras 5 e 6). Na Figura 7 está mostrada a seção correspondente à entrada de dados para o dimensionamento à flexão simples. Durante o processo de entrada de dados o aprendiz possui recursos para acessar um tutorial. Ao clicar com o mouse sobre um label da interface (Figura 8), o sistema abre uma caixa de mensagem com conceitos, informações ou valores adotados.

Os resultados são apresentados de forma gradativa. Ao final, a memória de cálculo é mostrada numa caixa de texto. Com isto, o aluno pode acompanhar, passo a passo, a seqüência do dimensionamento (Figuras 9 e 10). Cabe lembrar que a notação apresentada na interface é a utilizada na NBR6118-2003 e na metodologia de TEPEDINO (1987).

Como ressaltado anteriormente, o principal problema diagnosticado na aprendizagem dos alunos de engenharia é a dificuldade por parte deles em visualizar fenômenos ligados ao comportamento, dimensionamento e detalhamento final das estruturas. Essas dificuldades podem ser atenuadas com a criação de dinâmicas visuais (SALVATORI e HELLER, 1963; REBELLO, 2000). Atualmente os jovens ingressos no ensino superior são indivíduos que não exercitam abstração. A iconografia é uma referência constante no imaginário do indivíduo (MACHADO, 1993). Os applets apresentados correspondem à etapa do dimensionamento e os resultados encontrados serão utilizados no detalhamento das peças. Este detalhamento será feito através de interfaces de visualização 3D empregando a linguagem VRML (HAQUE, 2002). Com estas ferramentas o aluno terá certamente uma melhor visão espacial do detalhamento final das estruturas de concreto armado.

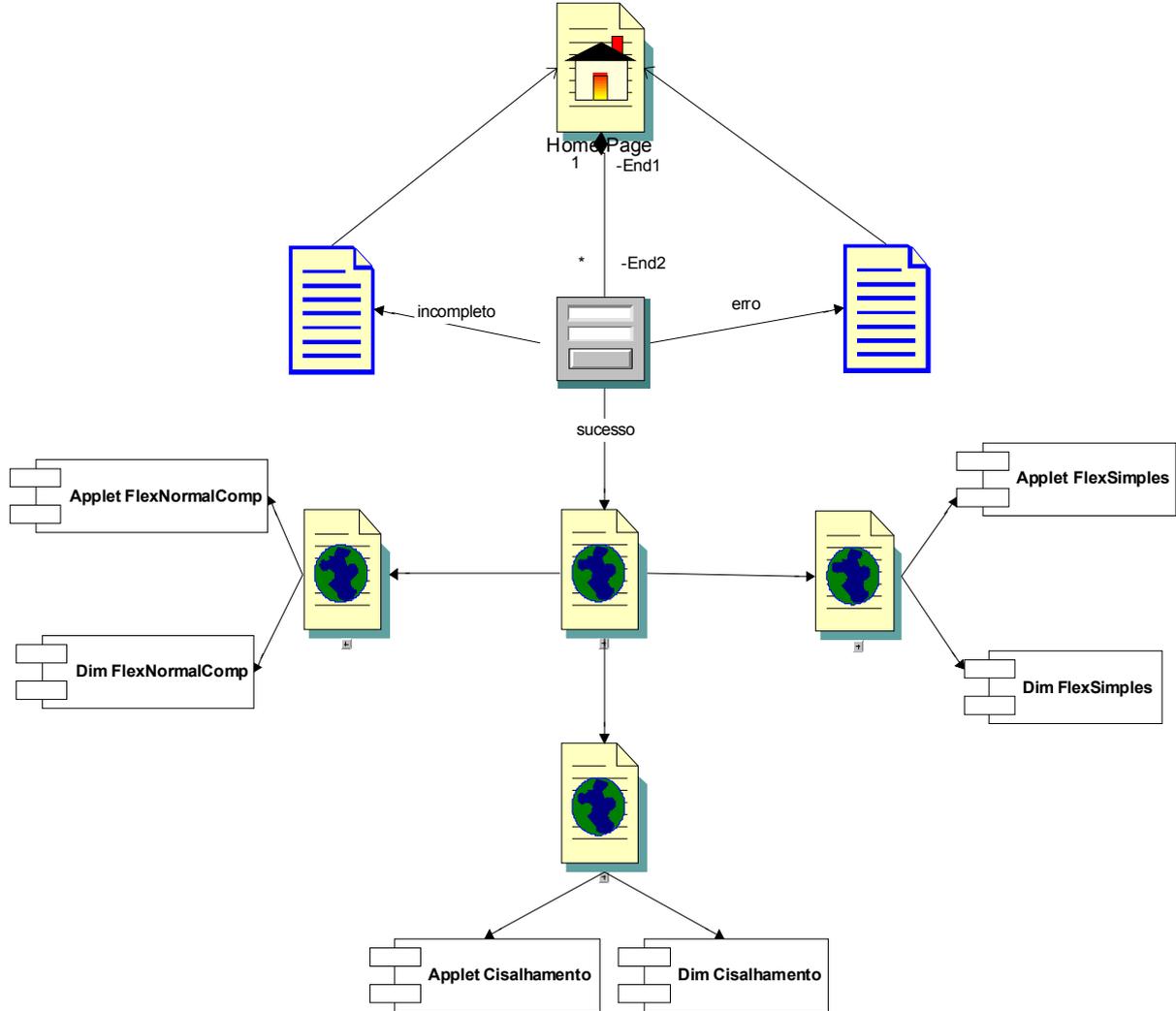
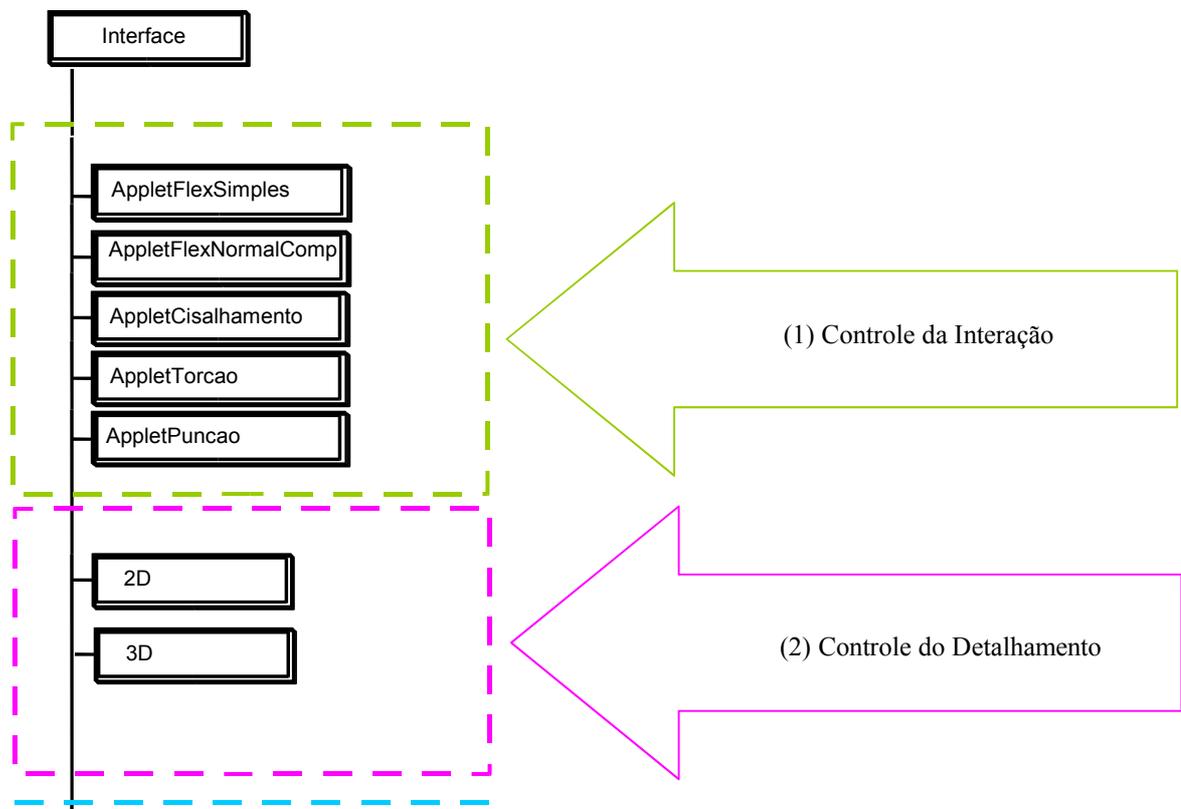


Figure 3 – Diagrama parcial de navegação do ambiente das Estruturas de Concreto.

Vê-se, portanto, que a criação dos vários ambientes com interfaces adequadas está permitindo dar ao aluno, ao mesmo tempo, uma flexibilidade quanto à navegação pelos conceitos, verificações, simulações, mas também, um direcionamento quanto à ordem desta navegação. Esta abordagem é uma primeira aproximação para a implementação do conceito da zona de desenvolvimento proximal de Vigostky.



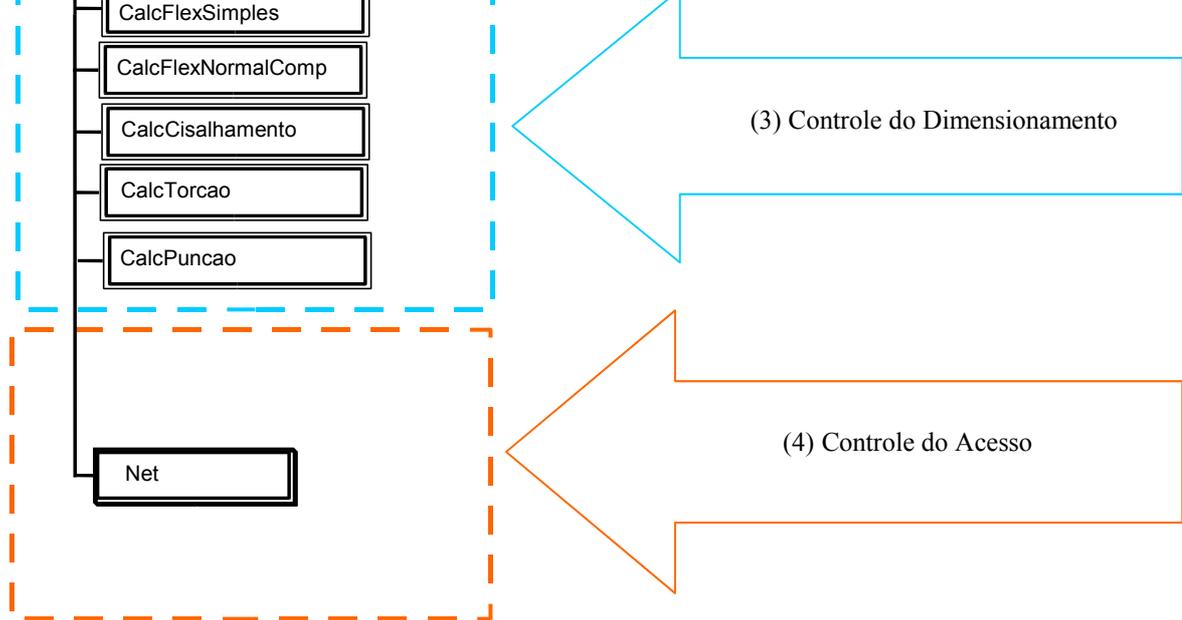


Figura 4 – Atual organização de classes do projeto orientado a objetos para o ambiente das Estruturas de Concreto.

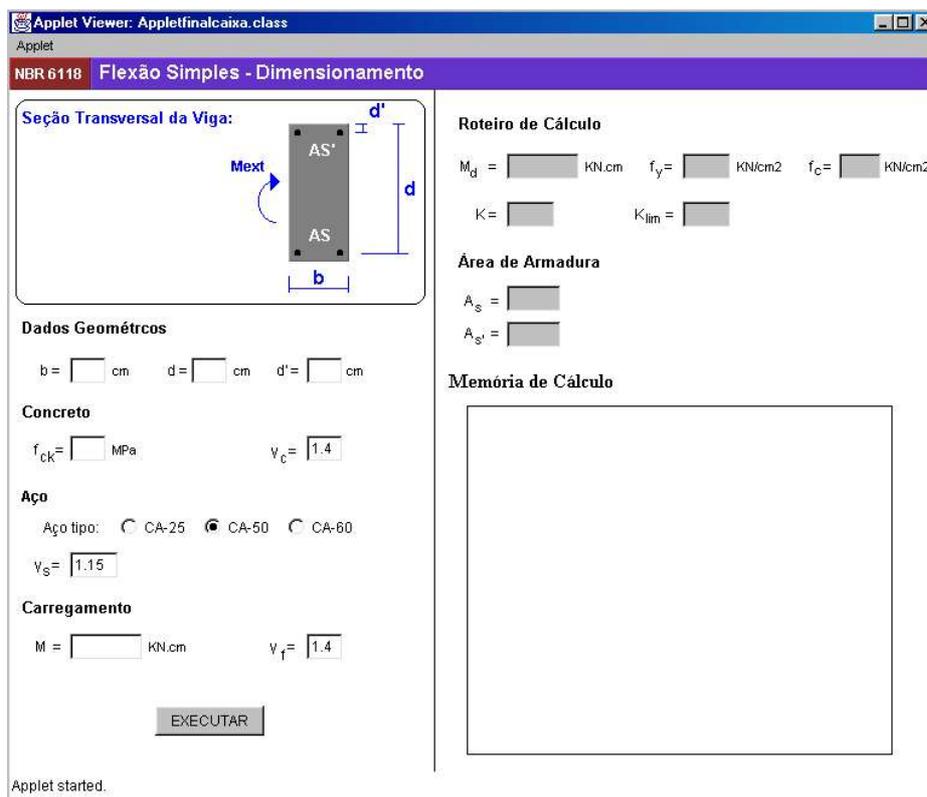
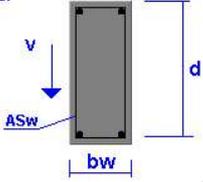


Figura 5 – Applet para o dimensionamento à flexão simples.

Applet Viewer: Cisalhamentopaint.class
Applet

NBR 6118 Cisalhamento - Dimensionamento

Seção Transversal da Viga:



Dados Geométricos

$bw =$ cm $\alpha =$ graus
 $d =$ cm $\theta =$ graus

Concreto

$f_{ck} =$ MPa $\gamma_c =$

Aço

Aço tipo: CA-25 CA-50 CA-60

$\gamma_s =$

Carregamento

$V =$ KN $\gamma_f =$

EXECUTAR

Resultados:

$V_d =$ KN $V_{sw} =$ KN
 $V_{Rd2} =$ KN $A_{sw} =$ cm²/m
 $V_{c0} =$ KN $p_{min} =$
 $V_c =$ KN $A_{smin} =$ cm²/m

Área de Armadura

$A_{sw} =$ cm²/m

Memória de Cálculo

Applet started.

Figura 6 – Applet para o dimensionamento ao cisalhamento.

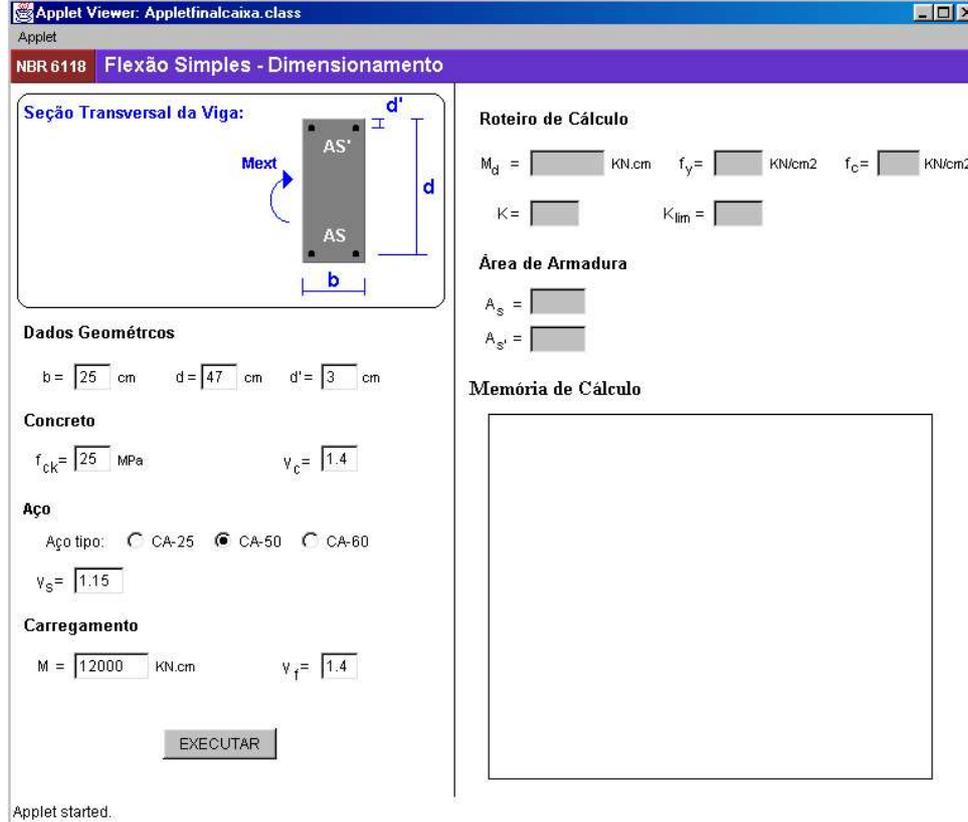


Figura 7 – Entrada de dados para o dimensionamento à flexão simples.

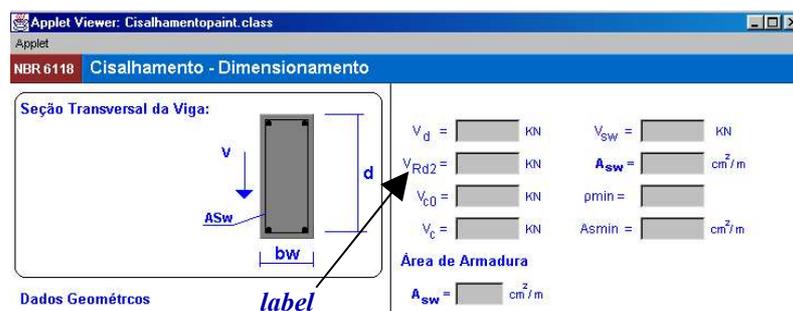


Figura 8 – Detalhe de um label.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desta pesquisa não é eliminar o sistema de ensino em sala de aula, mas sim, criar alternativas complementares para auxiliar o professor e potencializar o aproveitamento do aluno. A inserção de ambientes de ensino-aprendizagem interativos baseados na Web nas práticas pedagógicas pode flexibilizar e agilizar o processo de construção do conhecimento pelo aluno fazendo com que este não fique limitado ao tempo e lugar da aula.

Para a construção do protótipo do ambiente interativo de ensino-aprendizagem foram consideradas as seguintes diretrizes de usabilidade e de comunicabilidade: disponibilização de instruções prévias sobre o funcionamento do aplicativo; contextualização do assunto abordado, auxiliando na construção do significado e na aprendizagem de estratégias para solução de problemas (CASTRO, 2003); utilização de vocabulário do domínio do aprendiz;

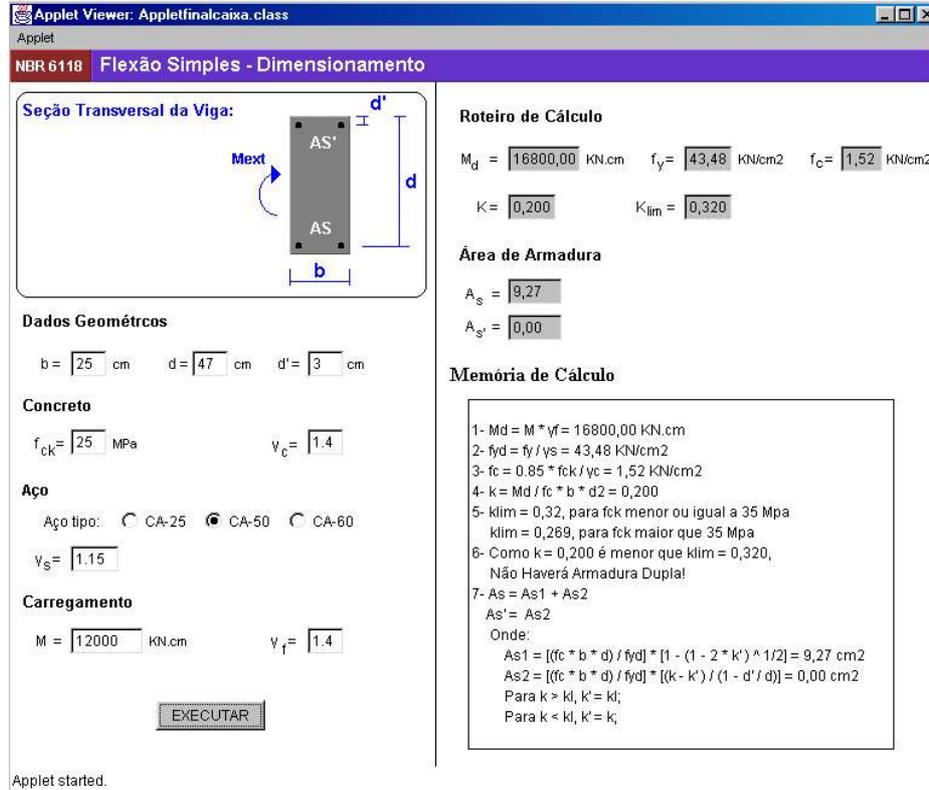


Figura 9 – Resultados do dimensionamento à flexão simples.

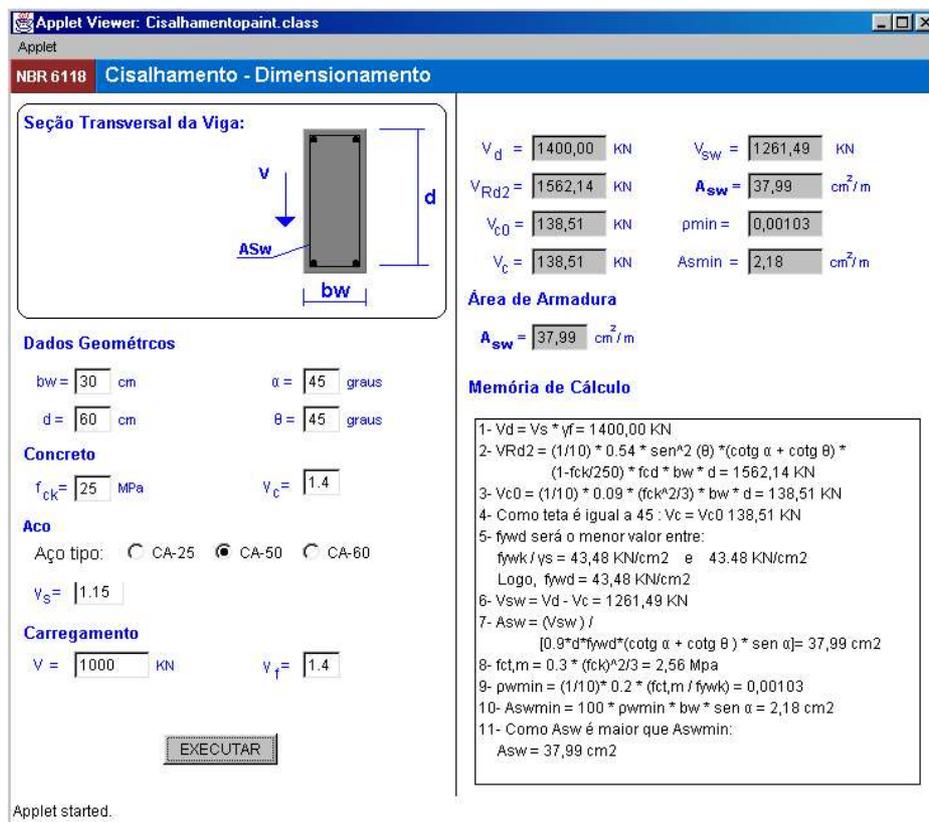


Figure 10 – Resultados do dimensionamento ao cisalhamento.

feedback para todas as ações do aluno, permitindo a correção ou o retorno; distribuição das informações dentro do tamanho da tela, evitando-se as barras de rolagem; distribuição das informações de forma natural para o aluno; criação de interfaces padronizadas, permitindo que o aluno se sinta mais familiarizado com o ambiente; a definição de uma possível trajetória a ser seguida pelo aprendiz numa determinada atividade inclui o método, a técnica didática, os recursos multimídia e o roteiro (ASSIS, 2003); escolha de cores e contrastes para textos e background que não desgastam ou cansam a visão.

A adoção destes critérios visa intensificar o aproveitamento pelo aprendiz trazendo também outros benefícios pedagógicos, tais como: estímulo, motivação e promoção da auto-estima e autonomia no sujeito cognoscente (CASAS, 1999).

A abordagem sugerida por Vygostky com o seu conceito da zona de desenvolvimento proximal é o espaço de investimento do processo de ensino-aprendizagem sendo necessário a mediação do professor. Segundo Piaget o número é uma abstração que não expressa a própria coisa, mas sim o seu lugar numa série ou numa escala (COUTINHO e MOREIRA, 2001). Como ressaltado anteriormente, o caráter numérico da engenharia de estruturas é exacerbado. Portanto, para fazer sentido, as grandezas envolvidas devem ser contextualizadas e visualizadas de alguma forma. Este trabalho vem dar uma contribuição neste sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, M.P. Estratégias de Avaliação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Um Estudo sobre o uso das Inteligências Múltiplas. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 10, 2003, Porto Alegre.
<http://www.abed.org.br/congresso2003>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- BRAHLER, C.J.; PETERSON, N.S.; JOHNSON, E. C. Developing on-line learning materials for higher education: An Overview of current issues. **Educational Technology & Society**. v. 2, n. 2, 1999.
- BORK, A. O que é necessário para uma aprendizagem efetiva pela Internet?. **Colabor@**. v.1, n. 1, p. 46-52, 2001.
- CAMARGO, V.M.C. **A Prática Pedagógica num Paradigma Inovador no Programa de Aprendizagem Metodologia de Radioisótopos**. 2003. Dissertação – Pontifícia Universidade do Paraná, Curitiba.
- CASAS, L.A.A. **Contribuições para a Modelagem de um Ambiente de Educação Baseado em Realidade Virtual**. 1999. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CASTRO, R.V. A Usabilidade e a Elaboração de Materiais para o Ensino de Inglês Mediado por Computador. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 10, 2003, Porto Alegre.
<http://www.abed.org.br/congresso2003>
- COUTINHO, M.T.C.; MOREIRA, M. **Psicologia da Educação**, Editora Lê, 2001.
- DEITEL, H.M.; DEITEL, P.J. **Java – “How to Program”**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- FILHO, W.P.P. **Multimídia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 2000.
- GUISTA, A.S.; FRANCO, I.M. **Educação a Distância: Uma articulação entre a teoria e a prática**. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2003.
- HAQUE, M.E. Web-based Visualization Techniques for Structural Design Education. In: <http://www.asee.org/conferences/search/> – acesso em 10/06/2002.
- HOSTMAN, C.S., CORNELL, G. **Core Java 2 – Volume 1 – Fundamentals**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- MACHADO, A. **Máquina e Imaginário**. São Paulo: Edusp, 1993.
- MAIA, E.V.; PITANGUEIRA, R.L.S.; SILVA, R.P.; CALIXTO, J.M.F.; PEREIRA, S.S.R.; Chaves, D.T.; Silva, F.A.M.; Andrade, F.V.; Caldas, K. Mídias Digitais e o Ensino de Engenharia de Estruturas. In XXX JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 2002, UNB, Brasília.
- MARTINS, W.; MEIRELES, V.; MELO, F. R.; NALINI, L.E.G. Estilos de Aprendizagem em Educação a Distância. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 10, 2003, Porto Alegre. <http://www.abed.org.br/congresso2003>
- NEVILLE, A. The Question of Concrete Durability: We can make good concrete today. **Concrete International**. v. 22, n. 7, p. 21-26, 2000.
- NIELSEN, J. **Projeto de Websites**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- PAGE-JONES, M. **Fundamentals of Object-Oriented Design in UML**. Washington: Addison Wesley Professional, 2000.

ROCHA, H.V.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas: NIED/UNICAMP, 2003.

REBELLO, Y.C.P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Ziguarte Editora, 2000.

SALVATORI, M; Heller, R. **Structure in Architecture**. New Jersey: Prentice Hall, 1963.

SHEPHERDSON, E. **Teaching Concepts Utilizing Active Learning Computer Environments**. Tese – MIT., Boston, 2001.

SOUZA, C.S.; LEITE, J.C.; PRATES, R.O.; BARBOSA, S.D.J. Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitivas e Semióticas. In: <http://www.dimap.ufrn.br/~jair/> – acesso em 15/12/2003.

TEPEDINO, J.M., **Concreto Armado – “Flexão Normal Simples”**. Belo Horizonte: Edições COTEC 13/87, 1987.

VALENTE, J.A. **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: Nied, 2002.

DESIGN OF AN TEACHING-LEARNING ENVIRONMENT FOR REINFORCED CONCRETE COURSE

Abstract: *This paper presents the implementation of a Web oriented teaching aid for reinforced concrete design courses. Applets are being developed for the design of reinforced concrete beams under bending and shear. They will be inserted into IdeaGateway, a teaching-learning virtual environment at the Federal University of Minas Gerais. The environment implementation model is based on the client/server architecture. The Java platform has been chosen for its features such as portability, simple maintenance, object oriented programming, and the large number of auxiliary libraries. The applets allow the visualization not only of the design process but also of the detailing of the reinforced concrete beams. With this visualization, in real time, the students will be able to understand much better the basic concepts on the behavior and detailing of reinforced concrete elements that sometimes are difficult to show on the blackboard.*

Key-words: *reinforce-concrete, teaching tools, Web, Java, object-oriented programming.*