

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA DE ESTRUTURAS DE AÇO

Rosália Gusmão de Lima

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Engenharia de Estruturas”.

Orientador: José Ricardo Queiroz Franco

Co-Orientador: Ricardo Hallal Fakury

Belo Horizonte

2002

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA DE ESTRUTURAS DE AÇO

Rosália Gusmão de Lima

Dissertação submetida ao corpo docente da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como parte dos requisitos à obtenção do grau de Mestre.

Aprovada por:

Prof. José Ricardo Queiroz Franco
Doutor em Engenharia
Orientador

Prof. Ricardo Hallal Fakury
Doutor em Engenharia
Co-Orientador

Prof. Armando César Lavall
Doutor em Engenharia
1º Examinador

Prof. Sérgio Scheer
Doutor em Engenharia
2º Examinador

Minas Gerais

2002

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais *Olívar Antonio Lima de Lima* e *Gislene Gusmão de Lima* pelo estímulo, apoio incondicional e pelo carinho sempre dispensados.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador *José Ricardo Queiroz Franco*, pela exigência e atenção ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

A *Ricardo Hallal Fakury*, por ter gentilmente cedido o material didático para a elaboração do conteúdo didático digital e pela co-orientação deste projeto.

Aos docentes, funcionários e colegas do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais, que de diversas formas contribuíram para a realização desta dissertação.

A *Mariana Hostalácio Barbosa*, pela colaboração na criação de animações.

A *Augusto Maia Gonçalves*, pela colaboração no desenvolvimento do banco de dados e na programação para Web.

Aos colegas do CADTEC, a *João Henrique Roscoe Diniz Maciel*, *Regina Célia Guedes Leite* e *Silvia dos Santos Pereira*, pela amizade, compreensão e apoio na realização deste trabalho.

A *Dayse Stephanie de Freitas Lima* e *Zoé Naves Botelho*, pedagogas e colegas do Curso de Especialização para Formação de Professores em EAD, pela colaboração na dimensão pedagógica, apresentando referências bibliográficas relevantes.

Aos professores do Curso de Especialização para Formação de Professores em EAD do Núcleo de Educação a Distância da Universidade Federal do Paraná, por proporcionarem o crescimento e o embasamento teórico necessários para a realização deste estudo.

A *DEUS*, por tudo!

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	IV
APRESENTAÇÃO	XI
INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.1.1 <i>Objetivo Principal</i>	1
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	1
1.2 MÉTODO	2
1.3 HIPÓTESE	2
1.4 CONTEXTO SOCIAL ECONÔMICO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EAD	3
1.5 CONTEÚDO POR CAPÍTULOS	4
A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	6
2.1 BREVE HISTÓRICO	6
2.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	10
2.3 REFERENCIAL PEDAGÓGICO	13
2.4 PILARES DA EAD	16
O AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO.....	19
3.1 SISTEMAS EDUCACIONAIS INFORMATIZADOS	19
3.2 A INTERNET	21
3.2.1 <i>Evolução da Internet</i>	21
3.2.2 <i>Rede TCP/IP</i>	25
3.2.3 <i>Ambientes e Servidores HTTP</i>	29
TECNOLOGIAS USADAS PARA CRIAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA INTERNET... 30	
4.1 HTML	30
4.2 ASP	32
4.3 SHOCKWAVE - FLASH	36
4.4 SCRIPTING	38
4.4.1 <i>ActionScript</i>	38
4.5 JAVA APPLETS	42
4.6 XML	43
TECNOLOGIA CAD.....	45
5.1 SISTEMAS CAD	45
5.2 PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO – POO	47
5.3 OBJECTARX E MFC	48
5.4 TECNOLOGIA CAD APLICADA AO ENSINO À DISTÂNCIA	49
CONTEÚDO DIGITAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE BARRAS TRACIONADAS EM ESTRUTURAS DE AÇO.....	51
6.1 A ESTRUTURAÇÃO DO CURSO	51
6.1.1 <i>Introdução</i>	51
6.1.2 <i>Navegação</i>	55
6.1.3 <i>Construção</i>	59

6.1.4 Implantação.....	86
6.2 OS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	87
6.2.1 Avaliação da Aprendizagem.....	88
6.2.2 Avaliação do Material Didático.....	90
6.2.3 Avaliação da Tutoria.....	90
6.3 O APLICATIVO DIDÁTICO - TRACBAR.....	92
6.4 A ADMINISTRAÇÃO E TUTORIA DO CURSO	101
CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
OBRAS CONSULTADAS	111
ANEXO A – CONTEÚDO DO CURSO.....	115
ANEXO B – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	142

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARPANET	Advanced Research Project Agency Network
ASP	Active Server Pages
CADTEC	Centro de Apoio, Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica
CGI	Common Gateway Interface
DEES	Departamento de Engenharia de Estruturas
EAD	Educação à Distância
EV	Escola Virtual
FUBRAE	Fundação Brasileira de Educação
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IIS	Internet Information Server
IP	Internet Protocol
IRC	Internet Relay Chat
ISAPI	Internet Server Application Programming Interface
ISO	International Standards Organization
LDB	Lei de Diretrizes e Bases do MEC
MEB	Movimento de Educação de Base
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NCP	Network Control Protocol
NS	Name Server
NSF	U.S. National Science Foundation
OSI	Open Systems Interconnection
PRONTEL	Programa Nacional de Teleeducação
REMAV	Rede Metropolitana de Alta Velocidade
RNP	Rede Nacional de Pesquisa
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
TCP	Transmission Control Protocol
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UNIREDE	Universidade Virtual Pública do Brasil
UVB	Universidade Virtual Brasileira
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Relação do homem com o meio na visão de Vigotski	15
FIGURA 2 - A Evolução da Internet	21
FIGURA 3 - Comunicação entre camadas do modelo OSI	27
FIGURA 4 – Estrutura do Documento HTML	31
FIGURA 5 – Trecho de Código de um Documento ASP	32
FIGURA 6 – Processamento de uma Solicitação do ASP	33
FIGURA 7 – Vantagens do ASP sobre Outras Tecnologias de Criação de Páginas Dinâmicas	35
FIGURA 8 – Bloco de código XML	44
FIGURA 9 – Mapa do Conteúdo do Curso Barras Tracionadas	57
FIGURA 10 – Hierarquia Global da Interface	59
FIGURA 11 - Página de Apresentação do curso	64
FIGURA 12 - Página de Boas Vindas e de Instrução	65
FIGURA 13 - Página da Agenda do Curso	66
FIGURA 14 - Índice do Apostila Digital	67
FIGURA 15 – Conteúdo Didático Digital – Modelo das Páginas	68
FIGURA 16 – Animação – Modelo das Janelas	69
FIGURA 17 – Avaliação – Sugestão de Leitura Complementar	70
FIGURA 18 – Texto Complementar – Modelo de Documento(PDF)	71
FIGURA 19 – Página do Grupo de Discussão	72
FIGURA 20 – Ferramenta de Troca de Mensagens Online	73
FIGURA 21 – Página da Área de Transferência – Download	74
FIGURA 22- Seminários	75
FIGURA 23 – Ensaio de Tração em Corpo de Prova – Norma	76
FIGURA 24 – Ensaio de Tração – Vídeo	77
FIGURA 25 – Ensaio de Tração – Resultados	78
FIGURA 26 – Espaço denominado Novidades	79
FIGURA 27 - FAQ - Perguntas Mais Frequentes	80
FIGURA 28 – Bibliografia do Curso	81

FIGURA 29 – Página de Apresentação da Equipe de Desenvolvimento	82
FIGURA 30 – Página de Saída do Curso – Retorno ao Núcleo EAD	83
FIGURA 31 – Vibração de Grande Intensidade – Gif Animado	84
FIGURA 32 – Barras Compostas - Imagem Estática.....	85
FIGURA 33 – Diagrama Força x Deformação - Animação.....	85
FIGURA 34 – Interface do Exercício de Avaliação da Unidade I.....	89
FIGURA 35 - Apresentação do Aplicativo TracBAR	94
FIGURA 36 – Tela de Seleção do Perfil da Barra em Estudo	95
FIGURA 37 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Soldadas.....	96
FIGURA 38 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Parafusadas – Chapas e Cantoneiras	97
FIGURA 39 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Parafusadas – Perfis I e U.....	98
FIGURA 40 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Redondas Rosqueadas	99
FIGURA 41 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Dimensionamento de Barras	100
FIGURA 42 – Pagina de Administração do Curso – Lista de Alunos.....	102
FIGURA 43 – Pagina de Administração do Curso – Controle do Grupo de Discussão	103
FIGURA 44 – Pagina de Administração do Curso – Ferramenta de Edição de Avaliação de Aprendizagem.....	104

LISTA DE TABELAS

TABELA I - Funções e Serviços das Camadas do Modelo OSI.....	28
TABELA II - Mídias adequadas para os Objetivos do Curso.....	54
TABELA III - Ícones do Conteúdo Didático	58

RESUMO

LIMA, Rosália Gusmão de. FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O ENSINO A DISTÂNCIA DE ESTRUTURAS DE AÇO.

Orientador: José Ricardo Queiroz Franco. Minas Gerais: UFMG, 2002 Dissertação

Co-Orientador: Ricardo Hallal Fakury. Minas Gerais: DEES/UFMG.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto educativo na modalidade de Educação a Distância (EAD) - o curso **Barras Tractionadas** - com enfoque no dimensionamento de elementos estruturais de aço submetidos à tração simples, utilizando uma concepção teórico-metodológica, que venha garantir o acesso, a permanência e a formação do Engenheiro, alunos de Engenharia ou outros profissionais afins.

Algumas ferramentas de desenvolvimento de aplicações para a Internet foram estudadas, para identificar a que melhor atenderia as necessidades deste público alvo. As páginas de navegação do curso foram criadas utilizando linguagem de marcação de hipertexto – HTML, recurso predominante para geração e disponibilização de dados em aplicações Web. Para a estrutura de gerenciamento e acompanhamento pedagógico virtuais foi desenvolvido um banco de dados em Access, que é acessado através das páginas de administração e acompanhamento pedagógico do curso, utilizando-se tecnologia ASP. As animações, os instrumentos de avaliação e o aplicativo didático para análise e dimensionamento de barras tracionadas foram implementados em *ActionScript*, integrado a tecnologia *shockwave*, que permitem a criação de aplicativos bem interativos. Um banco de dados de perfis, utilizado pelo aplicativo TracBAR foi desenvolvido em XML e os objetos gráficos gerados a partir de entidades vetoriais.

Este curso - **Barras Tractionadas** - é um projeto piloto para implantação de um ambiente completo para o estudo, pesquisa e desenvolvimento tecnológico de Estruturas de Aço.

ABSTRACT

LIMA, Rosália Gusmão de. COMPUTER TOOL FOR DISTANCE EDUCATION ON STEEL STRUCTURES.

Orientador: José Ricardo Queiroz Franco. Minas Gerais: UFMG, 2002 Dissertação

Co-Orientador: Ricardo Hallal Fakury. Minas Gerais: DEES/UFMG.

The objective of this work is to develop an educational project in the modality of Distance Education - the course **Tension Members** - with focus on the design of structural steel elements submitted to simple tension action, using a theoretical methodological conception that might assure the access, the permanence and the formation of Engineers, students of Engineering or other professionals.

Some Internet application development tools were studied to identify which would better achieve the needs of this public. The pages with contents for the course were created using Hypertext Markup Language – HTML, a predominant resource for generating and distributing data for Web applications. A database has been created in Access to support virtual management and pedagogical follow up, which can be accessed through web pages constructed using ASP technology. Video clips, evaluation instruments and the application for the teaching of analyses and dimensioning of steel components under tensile stress were implemented using Action Script integrated with shockwave technology, which enables the creation of very interactive computer programs. A database of steel profiles, used by the program TracBAR, was developed using XML and the graphical objects were generated using vector entities.

This course - **Tension Members** - is a pilot project for the implementation of a complete environment for the study, research and technological development of Steel Structures.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho faz parte de um projeto maior de criação de um curso de extensão em **Estruturas Metálicas** na modalidade da EAD, via Internet na UFMG. Dando ênfase a critérios de usabilidade (navegabilidade) do *site* e de interatividade, objetivou-se gerar um produto atraente e estimulante ao estudo e a pesquisa. O primeiro módulo, ora apresentado, aborda os conceitos relativos à análise e dimensionamento de barras tracionadas. No entanto, boa parte dos recursos que estarão disponíveis no curso já está implementada neste módulo. O site do curso contém os seguintes recursos, que permitem superar as dimensões espacial e temporal: inscrição online através do portal da Escola Virtual do CADTEC, material didático (texto, hipertexto e animações), agenda de atividades, seminários, grupo de discussão, FAQ (*Frequently Asked Questions*), bibliografia impressa e digital, elos de ligação para outros *sites*, área de transferência de arquivos, aplicativo didático, banco de dados (para administração e acompanhamento pedagógico) e informações sobre o Professor.

O Curso **Barras Tracionadas** será mais uma aplicação em Educação a Distância do Núcleo de EAD do CADTEC/DEES/UFMG (Centro de Apoio, Desenvolvimento Tecnológico e Ensino da Computação Gráfica pertencente ao Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais). Para atender a grande demanda de alunos, pesquisadores e profissionais da construção metálica no Brasil, surgiu a intenção de criar um espaço (sala de aula), no qual os participantes tenham acesso aos conceitos básicos e às mais novas informações deste segmento da Construção Civil.

1

INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é a criação de um curso a distância de Estruturas de Aço, veiculado pela Internet.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são: apresentar as principais teorias pedagógicas aplicáveis ao processo educativo e de formação profissional na área de engenharia de estruturas; levantar os meios interativos disponíveis e indicados para atender os objetivos pré-estabelecidos; e desenvolver um programa educativo mediatizado pelos materiais didáticos, meios tecnológicos, tutoria (orientação pedagógica) e auto-

avaliação, que suprima a ausência física do docente – um curso online de Estruturas de Aço.

O aluno deverá ao final do curso compreender o comportamento de barras estruturais isoladas quando solicitadas a esforço normal de tração, e aplicar, como recomenda a norma (NBR 8800, 1986), o procedimento de cálculo para análise e dimensionamento das mesmas.

1.2 Método

Esse curso deverá facilitar a explanação de fenômenos, estimulando o aluno da era visual à busca de conhecimento através dos meios que já fazem parte do seu cotidiano.

Esse espaço, estando sempre atualizado será de grande valia para a atualização e reciclagem de profissionais. Pretende-se contemplar na seção “Novidades” informações tanto sobre normas de projeto, de fabricação e montagem, e de realização de ensaios, quanto sobre novos produtos e tecnologias de ponta disponíveis no mercado.

Além da publicidade de novos conhecimentos e informações, este projeto piloto visa contribuir para o ensino de engenharia através da utilização de novas mídias e uso de ferramentas que venham aguçar a curiosidade e o espírito de investigação dos alunos.

1.3 Hipótese

A EAD (Educação a Distância) se propõe a atender a demanda da sociedade contemporânea, baseando-se na democratização e acesso ao saber escolarizado. No entanto, ela não deve ser vista como substituta da educação presencial.

Na Engenharia de Estruturas há uma carência e uma necessidade premente de processos de formação de profissionais, organizados diferentemente da educação convencional (presencial), principalmente com relação à “espaciotemporalidade”.

A EAD deverá ocorrer num contexto em que o aluno é sujeito ativo do processo cognitivo e principal responsável pela sua formação e qualificação. Cabe ao público interessado nessa modalidade de ensino selecionar os conceitos que irão produzir mudanças mais significativas em seu conhecimento dentro de um vasto conteúdo. Portanto, como enunciou DELORS, 1997: [O aluno deverá...] “Aprender a conhecer levando em conta as rápidas alterações provocadas pelo progresso científico e as novas formas de atividade econômica e social, conciliando uma cultura geral suficientemente vasta com a possibilidade de dominar, profundamente, um reduzido número de assuntos”.

A proposta de criação deste curso surgiu da demanda de profissionais interessados em formação específica para atuação no segmento da construção metálica. Outra razão para este desenvolvimento reside no interesse de explorar novas tecnologias e mídias na produção de *software* educativo.

1.4 Contexto Social Econômico e suas Implicações para a EAD

A educação é uma exigência para as relações sociais de sobrevivência, de inserção ou permanência no mercado de trabalho. O profissional deve lidar com uma variedade de funções, integrando-se a diferentes formas de organização de grupos. E para sobreviver neste mercado o profissional deve estar em constante qualificação, uma vez que são definidas novas competências e habilidades para o trabalhador. Esse processo tem elevado em escala global e em ritmo veloz as taxas de desemprego, devido à exclusão de trabalhadores que não são mais funcionais, adaptáveis ou empregáveis no mercado.

A Educação permanente surge da necessidade de contínua formação, provocada por uma sociedade que exige constante renovação de conhecimentos. Para transformar a

sociedade, na perspectiva de sua democratização efetiva e concreta, é preciso fazer a opção filosófica-política de Educação adequada.

A EAD é um processo de formação humana, que ocorre através da ação conjunta de recursos didáticos e apoio de uma organização e tutoria, que propiciem uma aprendizagem independente e flexível. Caracteriza-se pela abertura, com ampla e diversa oferta de cursos; pela flexibilidade propiciada pelos diversos caminhos para a formação, combinados de acordo com a disponibilidade de cada aprendiz; pela adaptação, às características psicopedagógicas de alunos adultos; pela eficácia, tornando o estudante sujeito de sua aprendizagem; e pela economia resultante do não deslocamento do seu trabalho, e por evitar a formação de turmas reduzidas com custos presenciais elevados.

Imagina-se que a educação online seja uma modalidade lucrativa devido à possibilidade de atender a um grande número de alunos. No entanto, seus custos podem não ser tão baixos assim. A economia de escala, alegada pela utilização massiva dos recursos, vem sofrendo grande crise. Apesar da tendência de expansão do mercado, refletida pelo aumento do número de alunos interessados nesta modalidade, a vida útil do material didático tende a diminuir frente à obsolescência acelerada da informação e do conhecimento. Os custos de reprodução e distribuição de material digital são infinitamente menores, mas os custos docentes são crescentes, pois esta modalidade não prescinde do professor.

1.5 Conteúdo por Capítulos

Este trabalho apresenta-se em sete capítulos. No primeiro são apresentados seus objetivos, os objetivos específicos do curso desenvolvido, o contexto sócio-econômico e suas implicações nesta modalidade.

No segundo capítulo são apresentados alguns princípios básicos da EAD, o seu histórico, a legislação educacional vigente para esta modalidade de ensino e o referencial pedagógico eleito para o desenvolvimento do curso **Barras Tracionadas**.

O terceiro capítulo, trata do ambiente virtual de ensino, iniciando pelo estudo de sistemas educacionais informatizados e finalizando com Internet, o meio pelo qual será veiculado este curso. Neste capítulo tem-se um panorama da evolução da Internet, além de elucidar alguns conceitos relacionados à transmissão de dados em rede e sobre servidores de HTTP.

As tecnologias de desenvolvimento de aplicações para Internet estudadas foram elencadas de forma detalhada no quarto capítulo. Inicialmente foi estudada a linguagem de marcação padrão para desenvolvimento de páginas para Internet – HTML. Seguindo, são descritas as funcionalidades do ASP – decodificador de script desenvolvido pela Microsoft. Para as aplicações dinâmicas adotou-se o Flash em sua versão 5. Juntamente com a tecnologia Shockwave este programa permite a incorporação de interatividade aos clipes de vídeo, através de blocos de código de script inseridos em botões, clipes e em quadros na linha de tempo da animação. Outra tecnologia que tem apresentado excelência em aplicações interativas para Web é constituída por Java Applets. E para finalizar estudou-se também linguagem de marcação estendida para o desenvolvimento do banco de dados de perfis do aplicativo didático.

Outras tecnologias da computação gráfica e linguagem de programação foram estudadas e faziam parte do escopo original deste projeto. Embora não utilizadas, elas são apresentadas no quinto capítulo. Sendo o CADTEC membro da ADN (Autodesk Developers Network), pretendia-se utilizar o AutoCAD, juntamente com a POO na linguagem C++, através do compilador Visual C++ e das bibliotecas de classes ObjectARX e MFC, para o desenvolvimento de um programa didático.

O capítulo seis descreve as quatro fases do desenvolvimento do curso online e suas ferramentas: pesquisa, planejamento, produção e implantação. Também são mostrados neste tópico: o layout das páginas e telas do aplicativo; o fluxo no conteúdo didático digital; e a hierarquia entre as interfaces do sistema.

O capítulo sete levanta as possibilidades de trabalhos futuros e apresenta uma breve conclusão dos resultados obtidos por este projeto até o momento presente.

2

A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

São elementos constituintes desta modalidade de educação: a “distância” física professor-aluno; os estudos individualizados e independentes, tornando o aluno capaz de construir o seu conhecimento; um processo de ensino-aprendizagem mediatizado através de suportes, que viabilizem a autonomia do estudante; o uso de tecnologias como os recursos de comunicação, que transpõem as barreiras das distâncias e possibilitam o armazenamento e a divulgação de dados; e a comunicação bidirecional, que faz com que o estudante não seja mero receptor de informações, estabelecendo relações participativas e dialogais entre os agentes do processo ensino-aprendizagem.

2.1 Breve Histórico

Iniciativas de intercâmbio de informações e instruções entre pessoas geograficamente distantes são observadas desde a antiguidade. Na Grécia e posteriormente em Roma, as pessoas comunicavam-se através de correio, transmitindo notícias e informações, que de

alguma forma promoveram o desenvolvimento das comunidades. Mas é na modernidade que se registram as primeiras tentativas de ensino sem a relação presencial entre professor e alunos. Em 1728, a Gazeta de Boston, EUA, publicou um anúncio do professor Cauleb Philips a respeito de um curso de taquigrafia por correspondência. Mas é na Europa, no século XIX, que o ensino por correspondência vem se tornar a primeira geração do ensino a distância, com o primeiro curso de contabilidade por correspondência na Suécia. Em seguida, em 1840 na Inglaterra, Issac Pitman resume os princípios da taquigrafia em cartões postais. Mais tarde, em 1873, é fundada nos EUA a *Society to Encourage Study at Home* por Anna Eliot Ticknon e um curso sobre medidas de segurança no trabalho de mineração é iniciado no *International Correspondence Institute*, na Pennsylvania por Thomas J. Foster.

Na Europa Ocidental, no final da Primeira Guerra Mundial, com a falência dos Estados nacionais e a conseqüente falta de recursos, houve grande procura por escolarização, que impulsionou a institucionalização do ensino à distância. Na URSS, em 1922, foi criado um programa de ensino por correspondência que formava os trabalhadores em dois anos, atendendo a aproximadamente trezentos e cinquenta mil estudantes. Até a Segunda Guerra Mundial, várias experiências foram registradas, e influenciadas pela introdução dos meios de comunicação de massa.

Na Espanha, a UNED com sede em Madri fundada em 1972 vem oferecendo desde então diversos cursos de Graduação, Pós Graduação e extensão na modalidade EAD, dentre os quais estão: Ciência da Educação, Psicologia, Direito, Administração, Economia, Sociologia, Filosofia, Geografia e História, Engenharia Industrial etc.

No Brasil a educação a distância têm como pioneiro o projeto criado por Roquete Pinto em 1922, na Rádio Sociedade do Rio de Janeiro. Uma das experiências nacionais mais relevantes desta modalidade, através de correspondência, foi a criação do Instituto Universal Brasileiro em 1941, que já profissionalizou mais de três milhões de pessoas. Uma década e meia depois, surge o MEB – Movimento de Educação de Base, que foi uma das maiores propostas nacionais de EAD não formal, cuja finalidade era a alfabetização de jovens e adultos por meio do rádio nas regiões Norte e Nordeste do país. Este programa foi extinto em 1964 pelo golpe militar. Nesta época foi desenvolvido o programa TV Escola pela TVE Ceará. Na Bahia, em 1969, foi fundado

o IRDEB – Instituto de Rádio Difusão do Estado da Bahia. A atuação da Comissão para Estudos e Planejamento da Rádio Difusão, nas décadas de 60 e 70, resultou no Programa Nacional de Teleeducação (PRONTEL). No Maranhão, no mesmo ano (1969), a TV Educativa exibiu seu programa de 5ª a 8ª série de ensino fundamental pela primeira vez. Nesse contexto destacam-se outras iniciativas, tais como: a da Fundação Brasileira de Educação (FUBRAE), a da Fundação Padre Anchieta (TV Cultura/SP) e a da Fundação Roberto Marinho (TV Globo).

Pesquisas de metodologias e técnicas têm transformado os processos de transmissão de conhecimento com o intuito de tornar o ensino e o aprendizado apropriados. Inicialmente a educação a distância surgiu como um recurso para aqueles que não podiam participar de atividades presenciais, consistindo da distribuição por correspondência de materiais impressos. Em seguida, surgiram os programas educacionais de rádio e televisão, que remetiam aos interessados o material impresso para o acompanhamento das aulas. Posteriormente surgiram os programas de aprendizagem assistida por computador através de CD-ROMs e redes de informação para troca de dados, e com a revolução da Internet, a educação a distância impõe o uso de novas metodologias.

A Universidade Federal do Mato Grosso tornou-se uma referência em EAD desde 1993, com a criação do Núcleo de Educação Aberta a Distância e o desenvolvimento de dois programas consistentes: o Curso de Licenciatura Plena em Educação Básica de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental; e o Curso de Especialização para a Formação de Orientadores Acadêmicos.

Para democratizar as relações na educação busca-se estratégias para valorizar e permitir a expressão de todos os agentes, dirigindo a uma escolarização construtora do conhecimento. As aulas expositivas perdem espaço, induzindo o professor a um novo papel para dinamizar o processo de aprendizagem. Surge então um movimento integrando o uso das tecnologias com práticas pedagógicas inovadoras, que obriga a modernização do ensino presencial e abre oportunidades para instituições de educação a distância, que aproximam os agentes virtualmente pela Internet, através de sistemas interativos com o uso de recursos multimídia, simulações e realidade virtual.

Internacionalmente nas décadas de 70 e 80 surgiram instituições de ensino a distância que no final do século passaram a utilizar como meio a Internet, como a *Open University* na Inglaterra, a Universidade Aberta em Portugal, a *Universidad Nacional de Educación a Distancia* na Espanha e a *National Technological University* nos Estados Unidos.

No Brasil, os institutos tradicionais de educação à distância buscam complementar suas linhas de produtos tradicionais com a criação de cursos via Internet. As instituições de ensino superior a partir do conceito de universidade virtual criam universidades on-line e, ainda, surgem consórcios nacionais e internacionais de cooperação integrados por rede. Muitas universidades brasileiras têm realizado grande esforço para desenvolver e ofertar cursos on-line.

A UNIREDE (Universidade Virtual Pública do Brasil) é um consórcio que reúne 62 instituições públicas com o objetivo de democratizar e ampliar o acesso ao ensino superior de qualidade, através da oferta de cursos à distância nos níveis de graduação, pós-graduação, extensão e educação continuada. Estão disponíveis em seu site (UNIREDE, 2002) informações a respeito dos cursos a distância oferecidos e notícias sobre EAD e Tecnologia Educacional.

A UVB – Universidade Virtual Brasileira, Rede Brasileira de Educação a Distância, resultou da associação de dez instituições de ensino superior brasileiras: a Associação Educacional do Litoral Santista (Centro Universitário Monte Serrat - UNIMONTE), São Paulo; Associação Potiguar de Educação e Cultura (Universidade Potiguar), Rio Grande do Norte; Centro Superior de Ensino de Campo Grande (Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal - UNIDERP), Mato Grosso do Sul; Instituto Cultural Newton Paiva Ferreira (Centro Universitário Newton Paiva), Minas Gerais; Instituto Superior de Comunicação Publicitária (Universidade Anhembí Morumbi), São Paulo; Sociedade de Ensino do Triângulo (Centro Universitário do Triângulo - UNIT), Minas Gerais; Sociedade Educacional do Espírito Santo (Centro de Ensino Superior de Vila Velha), Espírito Santo; União Superior de Ensino do Pará (Universidade da Amazônia - UNAMA), Pará; Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Santa Catarina; Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro.

Atualmente são oferecidos pela UVB, através de seu site (IUVB, 2002), cursos diversos nas áreas de Moda, Educação na Era Digital, Gestão Empresarial e Tecnologia.

Portanto, analisando este histórico, verifica-se que a EAD no Brasil passou por diversas fases distintas, principalmente pela forma e pelos meios utilizados. Em resumo podemos destacar cinco fases: a primeira fase, caracterizada pelo modelo de ensino por correspondência; a segunda fase – ensino por transmissões radiofônicas; a terceira fase reúne material impresso, áudio e vídeo; a quarta fase, ou fase dos tutoriais, onde, além dos meios já utilizados, entram em cena os programas de computadores e os CD-ROMs; e com a chegada da Internet nos anos 90, a EAD chega a sua quinta fase. Importa salientar, no entanto, que o meio impresso não perde espaço, constituindo-se um precioso meio auxiliar. Para BARRENNECHEA (2001) “O intercâmbio de conhecimentos por meio de recursos tecnológicos que ocorre na EAD estabelece uma relação intimamente pedagógica, e expandem a compreensão de material didático para além da forma como o conhecemos na modalidade presencial”.

2.2 Legislação Aplicável

A Lei nº 9.394, Lei de Diretrizes e Bases, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional em seu Art. 80º informa que o Poder público incentivará programas de ensino a distância.

Art. 80º. O Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada.

O Decreto Nº. 2.494, de 10 de Fevereiro de 1998, regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei Nº. 9.394/96).

*Art. 1º. Educação a distância é uma forma de ensino que possibilita a **auto-aprendizagem**, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em*

diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.

*Parágrafo Único – O cursos ministrados sob a forma de educação à distância serão organizados em regime especial, com **flexibilidade de requisitos para admissão, horários e duração**, sem prejuízo, quando for o caso, dos objetivos e das diretrizes curriculares fixadas nacionalmente.*

*Art. 2º. Os cursos à distância que conferem certificado ou diploma de conclusão do ensino fundamental para jovens e adultos, do ensino médio, da educação profissional, e de graduação serão oferecidos por **instituições públicas ou privadas especificamente credenciadas** para esse fim, nos termos deste Decreto e conforme exigências pelo Ministro de Estado da Educação e do Desporto.*

Art. 3º.

...

Parágrafo Único – A matrícula nos cursos de graduação e pós-graduação será efetivada mediante comprovação dos requisitos estabelecidos na legislação que regula esses níveis.

*Art. 5º. Os **certificados e diplomas** de cursos a distância autorizados pelos sistemas de ensino, expedidos por instituições credenciadas e registrados na forma da lei, **terão validade nacional**.*

...

*Art. 7º. A **avaliação** do rendimento do aluno para fins de promoção, certificação ou diplomação, realizar-se-á no processo por meio de **exames presenciais**, de responsabilidade*

da Instituição credenciada para ministrar o curso, segundo procedimentos e critérios definidos no projeto autorizado.

Parágrafo Único: Os exames deverão avaliar competências descritas nas diretrizes curriculares nacionais, quando for o caso, bem como conteúdos e habilidades que cada curso se propõe a desenvolver.

O Ministério da Educação através da Portaria Nº 2.253, de 18 de Outubro de 2001 permite que instituições de ensino superior ofertem disciplinas não presenciais em seus cursos presenciais reconhecidos. Portanto, a oferta deste curso de extensão poderá vir a compor a organização pedagógica e curricular do curso de Engenharia Civil da UFMG substituindo a disciplina Estruturas de Aço I, no seu todo ou em parte.

Art. 1º As instituições de ensino superior do sistema federal de ensino poderão introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos superiores reconhecidos, a oferta de disciplinas que, em seu todo ou em parte, utilizem método não presencial, com base no art. 81 da Lei Nº 9.394, de 1996, e no disposto nesta Portaria.

§1º As disciplinas a que se refere o caput,..., não poderão exceder a vinte por cento do tempo previsto para integralização do respectivo currículo.

...

§3º Os exames finais... serão sempre presenciais.

(DOU de 19/10/2001 – Seção I)

O projeto mais global do CADTEC, dentro de uma ação multidisciplinar conjugada, apresenta como proposta a formação de grupos de pesquisa para desenvolvimentos tecnológicos e para a área de ensino, utilizando a computação gráfica e os meios virtuais

de comunicação como ferramentas. Este projeto foi instituído por um conjunto de ações que envolvem professores, alunos de graduação e de pós-graduação.

A Escola Virtual (EV) é uma destas iniciativas, que visa expandir consideravelmente o alcance do ensino na UFMG e ainda criar um ambiente propício para desenvolvimento de novas metodologias de ensino a um custo muito mais baixo promovendo acesso a um extenso contingente. O Curso Barras Tracionadas, desenvolvido ao longo de um ano, é o projeto piloto para a implantação do Curso de Estruturas de Aço. A realização de testes e ajustes neste módulo relativo ao conteúdo de análise e dimensionamento de barras tracionadas servirá de base para a definição da estrutura do curso e para a validação do aplicativo.

O CADTEC como um centro de ensino tem investido em programas de pesquisa que endereçam conceitos, ferramentas e técnicas para melhorar o ensino e os processos de engenharia. Para fazer do computador um componente produtivo na relação ensino-aprendizagem e no exercício da engenharia, estes programas tem utilizado ambientes de grupos de discussão via Internet, produção de CD's e, principalmente, explorado os recursos visuais e a tecnologia da computação gráfica. Este projeto consolida esta iniciativa para o ensino à distância.

2.3 Referencial Pedagógico

PERRENOUD (2000) elenca as dez competências que as mudanças no processo de educação exigem que o professor desenvolva, promovendo a participação ativa do discente neste processo:

- Organizar e dirigir situações de aprendizagem;
- Administrar a progressão das aprendizagens;
- Conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação;
- Envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho;
- Trabalhar em equipe;
- Participar da administração da escola;

- Informar e envolver os pais;
- Utilizar novas tecnologias;
- Enfrentar os deveres e dilemas éticos da profissão;
- Administrar sua própria formação continuada.

Em programas de ensino na modalidade EAD verificamos que é imprescindível que o professor organize e dirija as situações de aprendizagem na elaboração do material didático, e administre a progressão das aprendizagens nos momentos presenciais e durante o período de tutoria. O trabalho em equipe é fundamental, uma vez que para implantar um curso a distância, utilizando novas tecnologias, é necessário dispor de uma equipe multidisciplinar competente e bem relacionada. Professores especialistas e tutores, técnicos de rede e *Web designers*, todos devem estabelecer contatos entre si para desenvolverem bem suas funções dentro do núcleo.

Para Piaget todos os homens são inteligentes e esta inteligência serve para buscar e encontrar respostas para se seguir vivendo. Por isso, esta inteligência apresenta duas condições inerentes ao ser vivo: a organização e a adaptação em um mundo em constante transformação. É a inteligência pelos mecanismos de assimilação e acomodação, que permite que as mais diferenciadas interações aconteçam. Hoje estas se intensificam pela disponibilização crescente de recursos tecnológicos.

De acordo com TOVAR (1990), é através do processo de aprendizagem que a pessoa apresenta mudanças em seu comportamento, melhora seu desempenho ou descobre novas maneiras de agir, reorganiza seu pensamento, adquire novos conceitos e novas informações.

Segundo a “Teoria das Múltiplas Inteligências” de GARDNER (1994), cada indivíduo possui diferentes inteligências, como lógico-matemática, lingüística, espacial, corporal-cinestésica, musical, inter e intrapessoal, entre outras. Ou seja, em um grupo de alunos, as habilidades são distintas em relação à forma como adquirem o conhecimento e ao tipo de atividade que melhor desempenham.

Para as teorias comportamentais (*Behaviorismo*) o aprendiz responde a estímulos do meio exterior, não se considerando o que ocorre em sua mente durante o processo. Já a

linha *cognitivista*, enfatiza a cognição, compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação. Piaget, como um dos representantes dessa linha, acredita que a aprendizagem é o aumento do conhecimento, que ocorre quando o esquema de assimilação sofre acomodação.

Para os humanistas o enfoque está no aprendiz. O que importa é a sua realização, o crescimento pessoal. As experiências de vida, o clima da sala de aula, a integração entre os sujeitos do processo são fatores importantes para a aprendizagem.

Para o desenvolvimento de *softwares* educacionais é necessário que os especialistas em computação e os educadores envolvidos apóiem-se em Fundamentação Psicopedagógica e Teorias de Conhecimento, para projetarem e elaborarem programas de boa qualidade.

Dentre as Teorias do Conhecimento, destacam-se os trabalhos de Lev Vigotski, judeu russo, estudioso de literatura e psicólogo, que não construiu um sistema explicativo completo, do qual pudéssemos extrair uma “teoria vygotskiana”, devido à enfermidade que lhe conduziu a morte aos 37 anos. OLIVEIRA (1997) relata que Vigotski dedicou-se ao estudo das funções psicológicas superiores, ou seja, os mecanismos psicológicos mais complexos, que envolvem o controle consciente, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do momento e do espaço.

A relação do homem com o mundo é uma relação mediada, sob a ótica de VIGOTSKI (1998), onde um estímulo (S), através de um elo intermediário ou elemento mediador (X), provoca uma resposta (R). O elemento mediador é um estímulo de segunda ordem (signo), que cria uma nova relação entre S e R. OLIVEIRA (1997) afirma que signos são elementos que representam objetos, eventos ou situações. Assim sendo, signos são registros externos que auxiliam o indivíduo na solução de problemas que exigem memória e atenção.

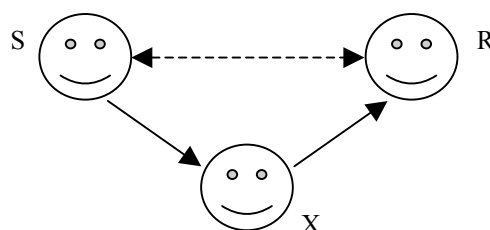


FIGURA 1 - Relação do homem com o meio na visão de Vigotski

Na visão de Vigotski a linguagem constitui o pensamento, ressaltando a interação entre os signos verbais, primordiais dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo MOTTA (2000), “o trabalho de Vigotski é adequado para o uso de aplicativos, principalmente quando realizado com o auxílio de redes, e quando o desenvolvimento das técnicas do ensino destacam a cooperação. A colaboração pressupõe tarefa mútua, na qual os parceiros trabalham em conjunto para produzir algo que nenhum deles poderia ter produzido sozinho.”

Vigotski define a “zona de desenvolvimento proximal” como a distância entre o nível real de desenvolvimento determinada pela capacidade de solução independente do problema e do nível de desenvolvimento potencial, obtido através da solução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes.

O novo processo ensino-aprendizagem aqui proposto busca embasamento na autonomia do aluno adulto e concede ao professor um novo papel, o de “par mais capaz”, enquanto agente facilitador. Para tanto é necessário que este curso disponha de condições indispensáveis para que o aluno mergulhe na construção de seu conhecimento, contando com orientação e estímulo. Por isso, adotou-se uma abordagem construtivista e colaborativa, própria do processo de aprendizagem online. Os princípios básicos que norteiam esta proposta pedagógica preparam o aluno para exercer sua cidadania de modo que: respeite as diferenças; utilize o conhecimento em seu processo de formação como indivíduo crítico e realizador; e estabeleça relações de cooperação e troca.

2.4 Pilares da EAD

A EAD exige um planejamento e uma gestão compartilhada compatível com as especificidades desta modalidade de ensino, que segundo ARETIO (1994) deve ser vista sob as seguintes perspectivas: 1) cultural e de educação permanente – a EAD promove a atualização profissional e o progresso social; 2) sócio-política – a EAD possibilita o atendimento da demanda social, mediante a oferta de ensino em todos os níveis; 3) pedagógica – a EAD flexibiliza e atenua a rigidez do ensino tradicional; 4)

tecnológica – a EAD supera a distância através da comunicação bidirecional, com o uso de multimídias; e 5) econômica – a EAD é uma modalidade que atende a um grande contingente, possibilitando máxima rentabilidade.

Para sustentação dos valores que regem a EAD, é necessário que haja os seus pilares, representados pelo seguinte elenco:

- Docentes – professores especialistas, responsáveis pelo curso disponível aos alunos e tutores;
- Orientador pedagógico ou tutor – tem o papel de acompanhar, motivar, orientar e estimular o aprendizado, respeitando a autonomia de cada cursista;
- Discentes – adultos com maturidade e motivação necessárias para a auto-aprendizagem;
- Material didático – elo dialógico da EAD;
- Técnicos em multimídias – desenvolvem o suporte necessário ao funcionamento do sistema;
- Estrutura administrativa
- Sede
- Centros de apoio – composto por especialistas em EAD, tecnologia educacional, comunicação e multimídia.

Neste novo modelo a relação professor-aluno é mediada pelos recursos didático-pedagógicos contemporâneos. As novas mídias aportadas na informática e na comunicação garantem uma relação dialógica virtual.

A comunicação é a finalidade do processo pedagógico, é através dela que se dá a interação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. E é nesta interação que ocorre a aprendizagem. O novo tipo de educador, que vai atuar à distância, deve modificar o seu papel de narrador, privilegiando o diálogo – forma de comunicação horizontal bidirecional. O uso de mídias integradas incorpora múltiplas possibilidades de representação, promovendo um canal multidirecional, que favorece a comunicação de muitos-para-muitos.

São três as possibilidades de comunicação da EAD online: de um-para-um, de um-para-muitos e de muitos-para-muitos. Comunidades virtuais de aprendizagem colaborativa

surgem, então, baseadas na interação com muitos outros aprendentes independente da hora e do lugar de cada um.

A ênfase deste processo de aprendizagem esta na ação discente. O aluno deve apoiar-se na mediação do material didático e organizar-se para o estudo, reservando um horário que se ajuste ao seu tempo livre e seja suficiente para a realização das leituras e atividades básicas do curso. Para os alunos que tenham tempo e interesse de investigar mais a respeito do conteúdo atividades complementares devem ser indicadas.

Para incentivo e apoio ao estudo individual e isolado do discente, a tutoria deve ser acessível e eficiente no retorno de informações e sugestões. O aluno não deve se sentir solitário e abandonado. Portanto, ferramentas como “Grupo de Discussão” ou fórum e “correio eletrônico” poderão ser muito úteis. Apesar de ser uma ferramenta limitante no que diz respeito à temporalidade, o “*chat*” pode ser promovido para estabelecer um contato síncrono do grupo envolvido no curso, como mais uma atividade extra. Esses “encontros” à distância deverão ter um planejamento prévio e um material para a discussão deverá ser enviado aos alunos com antecedência. O tutor deve motivar e manter o tema da discussão. Parece uma atividade simples, no entanto, verifica-se que em grupos numerosos o “*chat*” é caótico, pois surgem conversas paralelas e foge-se do tema proposto para a discussão com muita facilidade. Portanto, é preciso estabelecer regras a serem seguidas por todos os participantes de modo a garantir a eficácia da atividade em grupo no processo de construção do conhecimento.

Os tutores devem ser capacitados para o desempenho de suas atividades e deverão atender a um máximo de vinte e cinco alunos. Esta limitação do número de alunos por tutor tem a intenção de possibilitar um acompanhamento mais próximo e personalizado para atingir a qualidade que se espera para esses serviços. A tutoria é grande responsável para o sucesso do curso como um todo.

Devem também estar presentes em um sistema EAD os processos avaliativos: do aprendizado do aluno, do material didático, do papel da tutoria e do curso propriamente dito. Desta forma se têm um processo contínuo em busca da qualidade da EAD.

3

O AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO

3.1 Sistemas Educacionais Informatizados

Para LAMPERT (1999), a Universidade precisa estar aberta às inovações e contradições que a tríade ciência/tecnologia/indústria desenvolve. Além de reproduzir o conhecimento faz-se necessário gerar ciência e tecnologia. Os enfoques passam a ser ensino a distância e estratégias para auxílio das aulas presenciais como elaboração de courseware (material para cursos utilizando novas tecnologias).

Para elucidar alguns pontos chaves da discussão sobre sistemas educacionais informatizados, alguns conceitos serão apresentados.

O MEC (1987) define *software* educacional como aquele elaborado para contribuir diretamente para o ensino ou aprendizagem. CHAVES (1991) diz que os programas com recursos multimídia criam um ambiente estimulante, tornando o aprendiz ativo, decidindo sobre o que, como e quando estudar. Algumas vantagens no uso destes sistemas são de grande relevância: a aprendizagem é conduzida de maneira mais adequada para cada indivíduo; tais sistemas encorajam o estudante a desenvolver métodos mais criativos e flexíveis de resoluções de problemas; permitem maior

aproveitamento do tempo dispensado aos estudos e atualização de acordo com os avanços assistidos e com a avaliação dos resultados; oferecem motivação aos alunos por verificarem de imediato o seu desempenho; permitem o direcionamento às necessidades individuais de cada aluno; e ainda MOTTA (2000) ressalta que o computador é consistente, paciente e tolerante com todos os usuários, sem distinção.

Para CHAVES (1991) “em seu sentido lato, o termo *multimídia* se refere a apresentação ou recuperação de informações que se faz com o auxílio do computador, de maneira multissensorial, integrada, intuitiva e interativa. Quando se afirma que a apresentação ou recuperação da informação se faz de maneira multissensorial, quer-se dizer que mais de um sentido humano está sendo envolvido no processo, fato que pode exigir a utilização de meios de comunicação que até pouco tempo, raramente eram empregados de maneira coordenada, a saber: som (voz humana, música, efeitos especiais); fotografia (imagem estática); vídeo (imagem em pleno movimento); animação (desenho animado); gráficos e textos”.

STRUCHINER (1997) define: “hipertextos são sistemas computadorizados que permitem a criação/utilização de documentos organizados por conjuntos de textos cujos conteúdos se desenvolvem a partir de determinado tópico, permitindo a formação de uma rede de informações relacionadas a temática inicial e estruturada de forma não sequencial. O usuário de um sistema deste tipo pode, assim, escolher seus próprios caminhos de acesso (trilha) e níveis de aprofundamento sobre a base de informações, através da seleção de palavras-chave (botões) contidas no corpo do texto, que se encarregam de conduzi-lo aos blocos de texto (nós) relacionados com as suas escolhas, por meio de ligações logicamente embutidas no programa (*links*)”.

Quando hipertextos são enriquecidos com gráficos, animações, fotografias, vídeo e áudio passam a ser chamados de hiper­mídia.

Ao se escrever na Web deve-se utilizar linguagem informal, frases curtas e parágrafos breves. O emprego de metáforas cômicas é muito aconselhável, pois o humor é o atalho para o cérebro. O assunto deve ser consistente. Não esquecendo a relevância do conhecimento, não se deve exagerar na dose para evitar o cansaço e o consecutivo

desinteresse. Mostrar que não se sabe tudo é a chave para uma experiência conjunta, emprestando ao leitor o papel de tutor (PERSONA, 2002).

O uso de som deve ser criterioso para não tornar o aplicativo irritante ou desmotivador, devendo ser complementar às informações visuais e esclarecedor dos elementos componentes da tela. A imagem concretiza visualmente o ambiente e as coisas, podendo ser: estática (fotos, figuras ou esquemas gráficos), ou dinâmica (animações ou clipes de vídeo).

Um conteúdo organizado e estruturado em formato hipertextual para servir a aprendizagem é denominado **tutorial**. Este é um modelo auto-instrucional baseado na interação do usuário com este conteúdo. Um curso a distância não deve ser confundido com um tutorial, que pode ser um ótimo recurso didático do curso. Considera-se curso a distância um conjunto de atividades pedagógicas, baseadas na interação online (AZEVEDO, 2000).

3.2 A Internet

3.2.1 Evolução da Internet

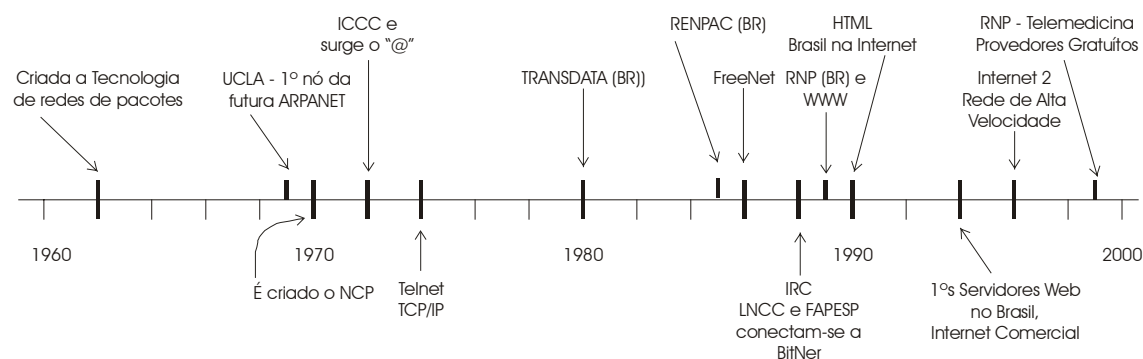


FIGURA 2 - A Evolução da Internet

A Internet constitui-se em um ambiente com total ausência de estado, cuja arquitetura compõe-se de três camadas: o cliente, o servidor de aplicação, que não controla a sessão do cliente, e o servidor de dados (FOURNIER, 1999). Ela nasceu de uma iniciativa do Departamento de Defesa dos EUA em 1973.

Após o lançamento do foguete Sputnik pela antiga União Soviética, em 1957, o Departamento de Defesa dos EUA forma o ARPA (Advanced Research Projects Agency), com o intuito de estabelecer a liderança norte-americana em ciência e tecnologia aplicadas militarmente.

Em 1962 é inventado o dispositivo de rede que permite dividir a informação em partes pequenas antes de ser transmitida, surge a tecnologia de redes de pacotes proposta inicialmente por Paul Baran. Alguns desafios deveriam ser atendidos por esta tecnologia: um nó da rede que falhasse não deveria ser determinante no insucesso da comunicação; máquinas diferentes entre si, utilizando sistemas operacionais distintos, deveriam poder se comunicar; e como os pacotes de informação trafegariam através de redes interligadas, essa tecnologia deveria permitir a comunicação entre redes distintas (BURK et al, 1997).

A *University of California in Los Angeles* (UCLA) torna-se o primeiro nó da rede que se chamaria ARPANET em 1969, resultante de estudos realizados pela BBN (Bolt Beranek and Newman). Na equipe deste desenvolvimento estava Vint Cerf, que se tornara mais tarde o presidente da *Internet Society* e o técnico e professor do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), Robert E. Kahn, responsável pelo design da arquitetura desta rede. No Instituto de Pesquisa da *Stanford University*, Douglas Englebart, inventor do mouse, montou o segundo nó da rede. Até o final deste ano mais dois centros de pesquisa estavam conectados: a *University of California in Santa Bárbara* (UCSB) e a *University of Utah*.

O NCP (Network Control Protocol), precursor do TCP (Transmission Control Protocol) é criado em 1970. No ano seguinte a ARPANET chega a 15 nós com a inclusão de computadores da BBN, MIT, *RAND Corporation*, *Harvard University*, *Stanford University*, *University of Illinois in Urbana*, *Carnegie Mellon University* (CMU) e do

centro de pesquisas Ames da *Nacional Agency of Spacial Administration* (NASA), entre outros.

A primeira demonstração pública da ARPANET ocorre na *International Computer Communication Conference* (ICCC) em 1972, quando nasce o símbolo “@” e é criado o primeiro programa de e-mail, por Roy Tomlinson. No ano seguinte é feita a primeira conexão internacional da ARPANET, entre a Inglaterra e a Noruega.

Em 1974 esta rede abre seu leque de atuação criando a Telnet, sua primeira versão comercial, distanciando-se da pesquisa exclusivamente militar. Neste mesmo ano o termo Internet (redes conectadas) é usado pela primeira vez em estudo sobre TCP/IP publicado por Vincent Cerf e Robert Kahn. TCP/IP é uma coleção de protocolos de comunicação que incluem o TCP (Transmission Control Protocol), o IP (Internet Protocol) e outros que implementam serviços distintos dentro de uma rede nessa arquitetura. Suas vantagens, comparando-o aos outros protocolos, são: o baixo custo de implementação e sua baixa demanda por recursos computacionais. A popularização desta tecnologia possibilitou o surgimento de grandes redes baseadas neste protocolo.

No Brasil, a EMBRATEL, através do Decreto 301/1975, começa a instalar e explorar a rede nacional de transmissão de dados. Em 1979, a Secretaria Especial de Informação (SEI), criou uma comissão junto com o Ministério das Comunicações para o estabelecimento de políticas globais para o serviço de teleinformática. E no ano seguinte é criada a TRANSDATA, rede de circuitos privados do tipo ponto-a-ponto não comutados. Mais tarde, em 1985, é criada a RENPAC, tecnologia de comutação por pacotes.

Em 1986, em Cleveland surge a FREENET, o primeiro serviço gratuito de acesso a rede. E ainda neste ano, o NSF (U.S. National Science Foundation) iniciou o desenvolvimento da NSFNET, um dos maiores *backbones* (trecho de maior capacidade e velocidade de transmissão de dados em uma rede) da Internet. Dois anos depois é criado o IRC (Internet Relay Chat), serviço de bate-papo pela Internet. No Brasil, o LNCC (Laboratório Nacional de Computação Científica), do CNPq no Rio de Janeiro, consegue acesso a Bitnet, através de uma conexão com a *University of Maryland*, e a

FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo) conecta-se a Bitnet e a Hepnet.

O IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas), em 1989, coloca em operação o Alternex, primeiro serviço internacional de correio e conferências eletrônicas operado por uma entidade privada no país. Também é criada a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), por iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) com o objetivo de desenvolver a infra-estrutura de rede no âmbito federal e internacional. E ainda no mesmo ano começa o desenvolvimento da WWW (World Wide Web), que permitiria a troca e o compartilhamento de grande volume de informações.

Tim Berners-Lee desenvolve o HTML e o Brasil entra para a Internet, tendo a FAPESP como órgão responsável pelo registro no Brasil, em 1990. No ano seguinte, é iniciada a implantação da espinha dorsal da rede e os serviços Internet, estimulando a consciência de sua importância estratégica para o país. Usando o modelo do NSF (U.S. National Science Foundation) a RNP estruturou um *backbone* em três níveis: nacional, regional e institucional. A FAPESP passa a administrar o domínio “br” e a distribuição dos números IP no país.

Em 1994 entram em funcionamento os primeiros servidores Web no Brasil (Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal de Santa Catarina). A Embratel lança o serviço Internet Comercial, em caráter experimental, testando cinco mil usuários. Ainda em 94, é fundada a *Netscape Communications*, por Mark Andressen e Jim Clark, juntamente com o lançamento da primeira versão de um novo *browser*: o Netscape Navigator 1.

O acesso à Internet via EMBRATEL passa a funcionar em definitivo em 1995, quando é criado o Comitê Gestor da Internet no Brasil. A RNP passa a estender seus serviços de acesso a todos os setores da sociedade, deixando de estar restrita ao meio acadêmico. Ainda neste ano registram-se os lançamentos do Microsoft Internet Explorer, para concorrer com o Netscape, e do Real Audio, que permite a transmissão de som em tempo real pela rede.

A Internet brasileira cresceu vertiginosamente, tanto em número de usuários quanto de provedores e serviços prestados através da rede ao longo do ano de 1996. Diante desta grande evolução é anunciado o projeto Internet2, rede de alta velocidade voltada para as comunidades acadêmica e científica.

Em 1999, um projeto da RNP/Telemedicina interliga por meio de videoconferência um hospital em Minas Gerais e outro em São Paulo. Médicos nas duas pontas puderam discutir em tempo real os procedimentos para desobstrução das artérias do coração do paciente. No mesmo ano, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o CNPq dentro de uma estratégia para implantação da RNP2 aprovaram a formação de três grandes Redes Metropolitanas de Alta Velocidade (REMAV): BH2 em Belo Horizonte/MG, Infovia em Brasília/DF e InteREMAV-PB em João Pessoa e Campina Grande. No ano seguinte surgem os provedores de acesso gratuito no Brasil, trilha iniciada pelo iG.

A participação da UFMG/Engenharia na Rede BH2 estava focada nas atividades que envolvessem projetos de EAD, geoprocessamento, gerenciamento e desempenho de redes, tele-medicina e bibliotecas virtuais. Atualmente existem quatorze REMAVs no Brasil, envolvendo setenta e duas instituições, cujos investimentos provêm de parcerias entre o governo, o setor privado e universidades. Estas entidades que promovem as redes, trabalham conjuntamente compartilhando talentos e conhecimento em prol do avanço tecnológico. O CADTEC, membro integrante da REMAV-BH2, enfoca as tecnologias da informação, CAD e multimídia no desenvolvimento de aplicações na modalidade à distância. O uso da Internet, muitas vezes limitado pelas questões relacionadas a velocidade, com o advento das REMAVs amplia as possibilidades de superação de condicionantes como o tempo e possibilita a criação de ferramentas mais rebuscadas.

3.2.2 Rede TCP/IP

Para desenvolver aplicações para o ambiente Internet, é importante compreender como ocorre a comunicação entre os equipamentos que compõem esta rede. Um sistema

operacional de rede segue protocolos rigorosos para execução de cada tarefa com sucesso. O TCP/IP é um agrupamento de protocolos padrão da indústria de computadores, cuja comunicação entre máquinas é implementada em níveis ou camadas (FOURNIER, 1999).

O TCP/IP suporta o endereçamento de pacotes a partir de um nó da rede, definindo o melhor caminho que os pacotes irão tomar. Este protocolo promove o acesso a Internet, orientando o tráfego de informações, definindo o endereçamento e o envio de dados.

TOLENTINO (2002) relata que a implementação da arquitetura em camadas do TCP/IP, na qual cada camada encapsula funções e presta serviços a camada superior, foi baseada no modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) da ISO (*International Standard Organization*).

A necessidade de comunicação entre mecanismos diferentes (*hardware* e *software* de fabricantes distintos) levou a ISO a publicar em 1978 um conjunto de especificações para troca de informações entre sistemas abertos. Mais tarde, em 1984, este conjunto de especificações foi revisado e tornou-se um padrão internacional (OSI).

O relacionamento entre as diversas camadas da arquitetura do TCP/IP ocorre através de interfaces, que permitem que as solicitações e serviços passem de uma camada para a outra.

A comunicação entre dois computadores (A e B) em uma rede é organizada de modo que cada camada em A comunica-se com sua camada associada em B. Portanto, estabelece-se uma comunicação lógica ou virtual entre camadas de mesma categoria. Um *software* acrescenta formatação e endereçamento em cada camada ao pacote, para que este seja transmitido e chegue ao seu destino. Essa transmissão ocorre na camada mais baixa da rede – a camada física – via cabo, rádio ou fibra até o computador destino. O pacote, ao chegar no receptor, passa através das camadas na ordem inversa. Em cada camada são lidas as informações adicionadas pelas camadas de mesma categoria no emissor, que são removidas e então o pacote segue para a camada superior. Quando finalmente o pacote passa pela camada de aplicação, ele está em sua forma

original, legível para o receptor. A FIG. 3 apresenta o caminho percorrido pelos pacotes nas camadas de comunicação do modelo OSI nos computadores A e B em rede.

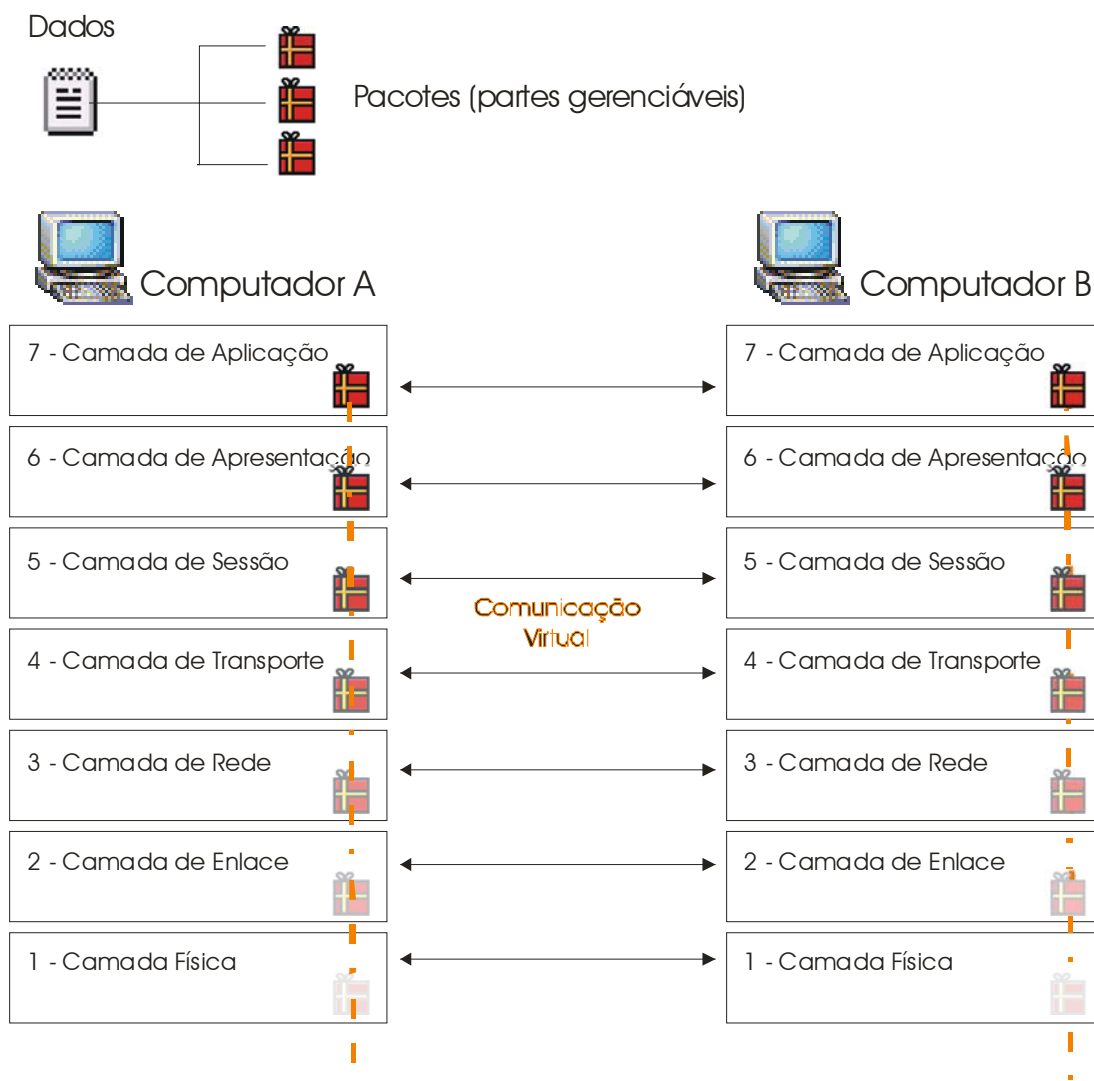


FIGURA 3 - Comunicação entre camadas do modelo OSI

A Tabela I identifica as funções e serviços de cada uma das camadas do modelo OSI, no qual esta baseada a arquitetura do TCP/IP.

TABELA I - Funções e Serviços das Camadas do Modelo OSI

Camada	Funções e Serviços
Física	Estabelece a estrutura de rede e as especificações elétricas para uso do meio de transmissão.
Enlace	Controla o acesso ao meio de transmissão, estabelece e mantém o elo de ligação para a transmissão de dados entre dispositivos, adiciona informações de erro e prepara dados para a transmissão.
Rede	Define o caminho físico a ser trilhado pelos dados, baseado nas condições de rede e prioridade de serviços. Adiciona informações de endereçamento e seqüência ao pacote.
Transporte	Garante o transporte seguro e confiável dos dados entre o dispositivo transmissor e o receptor e adiciona informações de controle de erro.
Sessão	Controla o diálogo entre provedores e requisitores de serviço, adiciona informação de fluxo para determinar quando o pacote será enviado e estabelece sessões de comunicação entre computadores na rede através do sistema básico de rede de entrada e saída – NetBios (Network Basic Input/Output System).
Apresentação	Adiciona ao pacote informações de formatação, apresentação e codificação.
Aplicação	Inicia um período ou aceita um pedido, executa a interpretação dos aplicativos e verifica os protocolos necessários para a execução das funções específicas dos serviços de rede.

Existem duas características básicas dos aplicativos para Internet: 1) a necessidade de existência de pelo menos um servidor e um cliente; e 2) a ausência de estado – o servidor não sabe o que acontece no cliente até que este lhe envie dados. Por isto, a sessão de uma instância cliente deve ser mantida para que dados não se percam na comunicação entre cliente e servidor. Os programas são executados em outra instância (o servidor) e apenas a apresentação dos dados é enviada pelo meio (Internet) até o computador do cliente.

Uma transação no ambiente da Internet ocorre quando o cliente requisita através de sua interface gráfica. Esta requisição é processada no servidor de aplicação, que eventualmente consulta o servidor de dados. Ao completar a operação, o servidor de aplicação envia a resposta para o cliente, que é identificado na rede pelo seu endereço IP.

3.2.3 Ambientes e Servidores HTTP

Servidores de aplicação são servidores de HTTP conectados na Internet. São programas passivos, que dependem de uma solicitação para executar uma função. O servidor de aplicação deste curso é o IIS desenvolvido pela Microsoft para o ambiente Windows NT.

A identificação de uma página da *Web* é normalmente composta por um nome de domínio, prefixado pelo nome da máquina servidora dentro daquele domínio. Por exemplo, ao solicitar a página www.cadtec.dees.ufmg.br, se está solicitando a conexão com o servidor **www** dentro do domínio **cadtec.dees.ufmg.br**. Cada domínio possui um ou mais servidores de nome (NS – *Name Server*). Quando o usuário solicita uma página da *Web* através do seu nome o NS associa a este nome o endereço IP da mesma.

Para páginas estáticas o servidor simplesmente as recupera e envia sob o protocolo HTTP. No entanto, quando o conteúdo é gerado de forma dinâmica, programas especiais são disparados de acordo com o contexto da solicitação.

O Curso **Barras Tracionadas** contém páginas estáticas e dinâmicas executadas por um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).

4

TECNOLOGIAS USADAS PARA CRIAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA INTERNET

4.1 HTML

O HTML (*HyperText Markup Language* ou linguagem de marcação de hipertexto) apresenta-se como uma forma simples de formatação de dados que se utiliza de marcações especiais em um arquivo texto, conforme modelo apresentado na Fig. 4, que pode ser visualizado na maioria das plataformas computacionais. Esta é a linguagem padrão que permite aos navegadores (*Netscape* da Netscape Communications, *Internet Explorer* da Microsoft, *Notes* da Lotus) interpretar e exibir páginas da *Web*. Sua normatização atualizada encontra-se disponível no site do *World Wide Web Consortium* (W3C, 2002).

As páginas criadas em HTML são armazenadas estaticamente em um servidor HTTP (*HyperText Transfer Protocol* ou protocolo de transferência de hipertexto) e disponibilizadas ao cliente utilizando um navegador (*browser*).

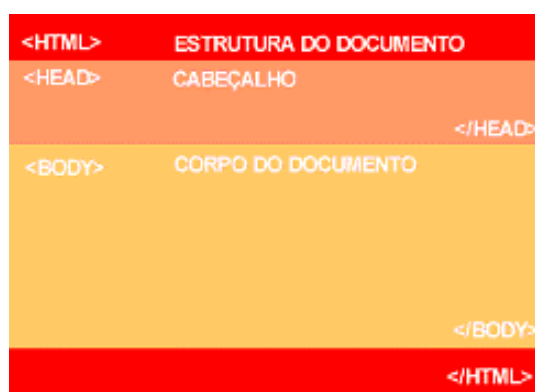


FIGURA 4 – Estrutura do Documento HTML

A simplicidade da HTML tornou a Internet popular. Qualquer pessoa pode criar uma página neste ambiente, principalmente utilizando conversores de HTML como o Dreamweaver da Macromedia ou o FrontPage da Microsoft. No entanto, ela apresenta algumas limitações devido a ausência total ou parcial de estruturação dos dados apresentados. Por exemplo, quando se deseja exibir informações de uma mesma fonte para clientes distintos, como um navegador ou um aparelho celular. Por mesclar dados e formatação a HTML torna difícil a apresentação de dados em formatos diferentes e a extração de dados de uma página, separando layout e formatação de dados propriamente dita.

A HTML apresenta alguns problemas, por exemplo, a aparência de uma página em navegadores diferentes é muitas vezes interpretada de forma completamente distinta. Sempre há necessidade de uma nova marcação para acompanhar a evolução tecnológica ou atender a setores específicos, como para descrever equações na Matemática, exibir fórmulas da Química ou partituras de Música. A cada revisão no W3C novas marcações são adicionadas à linguagem. Outros pontos negativos da linguagem são: a capacidade limitada para armazenagem de dados, e a impossibilidade de se separar dados do que é simples formatação.

Conclui-se que a HTML é uma linguagem essencialmente voltada para a exibição de dados. Empresta pouca estrutura aos dados, não os distinguindo das marcações, nem indicando o significado dos mesmos ou colocando-os num agrupamento lógico. O que seria fundamental para realização de pesquisas nos dados em um documento, página ou na Internet.

4.2 ASP

O ASP (*Active Server Pages*) é um ambiente de *script* de servidores desenvolvido pela Microsoft. Esse ambiente vem com o IIS (*Internet Information Server*) para servidores Windows NT, e com o PWS (*Personal Web Server*) para máquinas de trabalho Windows NT e Windows 98. O ASP permite a criação de páginas da *Web* dinâmicas, rápidas e interativas, independente dos recursos de navegador dos clientes.

O PWS é um servidor desenvolvido para aplicações que precisam de um IIS em escala reduzida ou para o desenvolvimento de Intranets. Ele pode abrigar apenas um *site* da *Web*.

As páginas em ASP são constituídas de HTML mesclado com código de *script* de servidor, conforme modelo apresentado na Fig. 5. Um arquivo ASP tem extensão “.asp” para denotar código de servidor para o servidor da *Web*. Como um arquivo ASP é formado por texto, *tags* de HTML e comandos de *script*, ele pode ser criado em qualquer editor de texto, desde que seja salvo com a extensão “.asp”.

```
<table width="600" border="0" align="center">
  <tr>
    <td colspan="2">
      <%on error resume next
        link=conexao.execute("SELECT UltimoArquivo FROM Curso WHERE
          CodigoUsuario = "&session("CodigoUsuario")&")
        if link("UltimoArquivo")<>"" then
          response.write "<tr><td colspan="2"><div align="center"><
            a href = "http://www.cadtec.dees.ufmg.br &link
              ("UltimoArquivo") &"">Ir a última p&aaacute;gina acessada na
              apostila.</a></div></td></tr>"
          end if
        conexao.close
        set conexao=nothing
      %>
    </td>
  </tr>
</table>
```

FIGURA 5 – Trecho de Código de um Documento ASP

Após o processamento da página ASP no servidor da *Web* o resultado é enviado em HTML ao navegador. Quando o cliente solicita uma página ASP ao servidor, ele verifica a extensão para saber se deve invocar um programa especial para processar aquela solicitação. Caso esta página nunca tenha sido solicitada anteriormente, ela será analisada e sua sintaxe verificada e compilada pelo servidor da *Web*. Caso contrario, ela poderá ser lida de um cache de páginas acessadas recentemente.

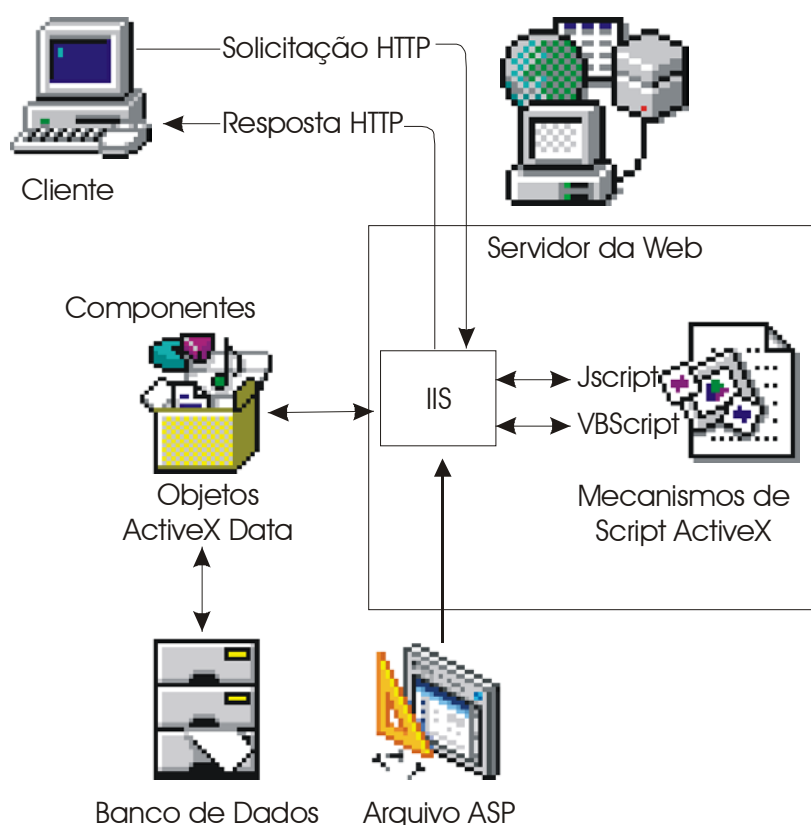


FIGURA 6 – Processamento de uma Solicitação do ASP

O modo como se adiciona conteúdo dinâmico em sites da Web pode ser através de aplicações CGI (*Common Gateway Interface*), extensões e filtros ISAPI (*Internet Server Application Programming Interface*), *Internet Database Conector* (IDC) e ASP. A seguir estas tecnologias serão apresentadas e comparadas entre si, para justificar a escolha de uma delas para o desenvolvimento das páginas dinâmicas desse curso.

Atualmente a utilização de aplicações CGI não é a mais desejável, uma vez que os servidores, assim como o IIS, oferecem melhores métodos. Para criação destas aplicações são utilizadas linguagens como PERL (*Practical Extraction and Report Language*), Delphi, VisualBasic e C++. CGI são aplicações instaladas e executadas no servidor *Web*, representam a interface entre os dados ou solicitações do cliente e a base de dados no servidor ou em outra fonte, não acessível pelo cliente.

As grandes desvantagens das aplicações CGI são: sua difícil manutenção e sua difícil depuração; a cada cliente que solicite uma página em CGI um novo processo é iniciado, consumindo grande volume de recursos e de tempo de processamento.

O ISAPI contorna a desvantagem das aplicações CGI relacionadas a necessidade de geração de um novo processo para cada solicitação. As extensões e filtros ISAPI são implementadas como DLL (*Dynamic Link Libraries*), que permite execução mais rápida. Com o ISAPI é possível criar dois tipos de aplicações: filtros e extensões. Os filtros são transparentes para o cliente, usados para monitorar solicitações, autenticações, conversão de dados etc. Estes permanecem na memória do computador até que este seja desligado. As extensões assemelham-se as aplicações CGI. São usadas para processar formulários, acessar banco de dados, executar lógica etc. Do mesmo modo que os filtros, elas são carregadas no espaço de processamento do servidor da *Web*. No entanto, para as extensões isto só ocorre quando o primeiro usuário solicita um serviço e não quando o servidor é iniciado. É preciso muita cautela no uso de ISAPI, pois uma aplicação escrita de modo deficiente pode ser desastrosa para o servidor da Web, uma vez que as DLLs ISAPI são carregadas em seu espaço de processamento.

Outro recurso especial do IIS para criação de páginas dinâmicas é o IDC. Páginas podem ser preenchidas com dados provenientes de qualquer banco de dados acessível com ODBC (*Open Database Connectivity*), não havendo necessidade de criar uma aplicação CGI ou uma extensão ISAPI. O IDC funciona da seguinte maneira: um arquivo de consulta contém instruções SQL (*Standard Query Language*) para a recuperação de dados de um banco de dados ODBC; e um arquivo modelo com comandos que mesclam o resultado da consulta com o HTML. No entanto, o IDC permite somente programação de bancos de dados, não sendo possível adicionar nenhuma outra lógica de servidor.

Para esse trabalho o ASP combina o que há de melhor nas tecnologias mencionadas anteriormente: facilidade de programação e acesso a banco de dados, como no caso do IDC; fácil acesso ao sistema operacional, como nos casos da CGI ou ISAPI; e ainda a velocidade das aplicações ISAPI.

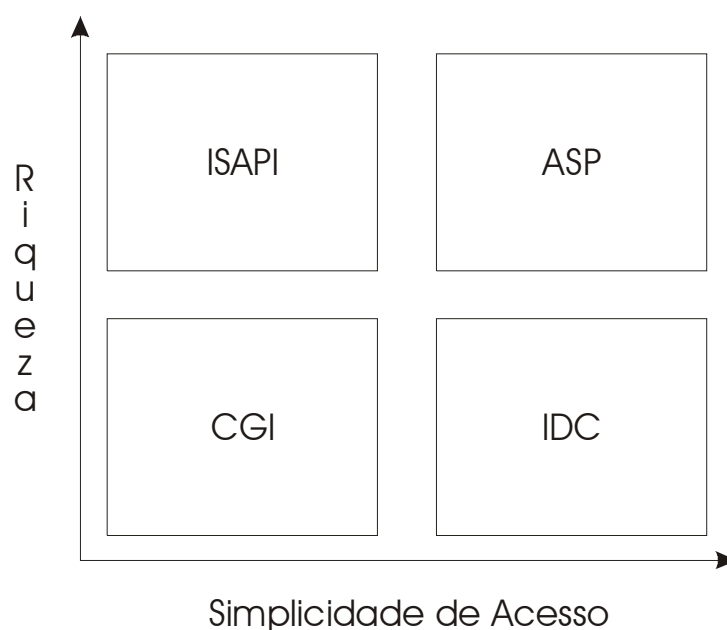


FIGURA 7 – Vantagens do ASP sobre Outras Tecnologias de Criação de Páginas Dinâmicas

O ASP conduz a aplicações dinâmicas, interativas e não consomem um grande tempo de processamento. O *script* é inteiramente executado no servidor, protegendo a propriedade intelectual e contra as diferenças de recursos de navegadores. Somente o HTML básico ou o conteúdo gerado é enviado ao cliente. Outra grande vantagem do ASP é que ele aceita qualquer linguagem de *script*, desde que essa linguagem suporte o modelo ActiveX Scripting.

O ASP fornece seis tipos de objetos para o processamento de solicitações e respostas e para o gerenciamento de aplicações da *Web*, são eles:

- *Application* – armazena informações em estado de aplicação;
- *Session* – mantém informações em base por usuário, ou seja, uma *session* é a armazenagem pessoal de cada usuário que visita o *site*;
- *Request* – informações passadas do *browser* ao servidor. Permite acesso aos dados através de formulários;
- *Response* – grava informações do HTML e outras, incluindo *cookies* e cabeçalhos, de volta para o cliente;
- *Server* – fornece funcionalidade de servidor para uso no ASP; e
- *ObjectContext* – permite envolvimento ou aborto de transações gerenciadas pelo *Transaction Server*.

4.3 Shockwave - Flash

O Flash é utilizado para a criação de imagens e animações para *sites* da *Web*. Filmes do Flash consistem principalmente em imagens vetoriais, podendo conter sons e imagens de *bitmap* importadas. Eles podem incorporar interatividade para permitir a entrada de dados pelo público e criar filmes não lineares que podem interagir com outros aplicativos da *Web*. Esta é uma tecnologia extraordinária para criar controles de navegação, logotipos animados, longas animações com som sincronizado e até *sites* da *Web* completos do ponto de vista sensorial.

Os computadores utilizam formas de reprodução de imagens no formato vetorial ou de *bitmap*. As imagens vetoriais são descritas através de linhas e curvas, chamadas vetores, que possuem propriedades de cor e posição. Ao editar uma imagem vetorial suas retas e curvas têm suas propriedades modificadas. É possível mover, redimensionar, alterar a forma e a cor de uma imagem vetorial sem comprometer a qualidade de sua aparência. Imagens vetoriais independem da resolução, ou seja, podem ser exibidas em dispositivos de saída de várias resoluções sem perda de qualidade. Já as imagens de

bitmap descrevem-se através de pontos coloridos (*pixels*), dispostos em uma grade. Ao editar uma imagem de *bitmap* modifica-se pixels em vez de linhas e curvas. Estas imagens dependem da resolução porque os dados que descrevem a imagem estão fixos em uma grade de determinado tamanho. A edição de uma imagem de *bitmap* ou sua exibição em um dispositivo com resolução mais baixa que a da própria imagem podem acarretar em perda de qualidade de sua aparência.

Por se constituir de imagens vetoriais compactas, a transferência de filmes do Flash é rápida. Outra vantagem destes filmes é que eles são dimensionados para serem enquadradas na tela do visualizador.

A configuração de um servidor estabelece os tipos MIME (*Multipart Internet Mail Extension*) apropriados para que o servidor identifique os arquivos com sufixo .swf como pertencentes ao Shockwave Flash.

Um navegador que recebe o tipo MIME correto pode carregar o aplicativo auxiliar, de controle ou plug-in apropriado para o processamento e exibir os dados recebidos corretamente. No entanto, se o tipo MIME estiver faltando ou não tiver sido fornecido corretamente pelo servidor, o navegador pode simplesmente exibir uma mensagem de erro ou uma janela vazia com um ícone de peça de quebra-cabeças.

O Flash Player deve estar no computador local, onde reproduz os filmes em navegadores ou como aplicativos independentes. Seu funcionamento assemelha-se ao de um videocassete – O Flash Player é o dispositivo usado para exibir filmes criados no Flash. Ele pode ser gratuitamente transferido do servidor da Macromedia para o computador do cliente através do site: <http://www.macromedia.com/shockwave/download> .

O Flash fornece vários métodos para criar arte original e importar arte de outros aplicativos (como do Corel e AutoCAD). Objetos podem ser criados com as ferramentas de desenho e de pintura, e os atributos de objetos existentes podem ser modificados.

As animações podem ser criadas quadro a quadro, nas quais uma imagem distinta é criada para cada quadro. Também podem ser interpoladas, nas quais são criados o primeiro e o último quadro e se instrui o Flash a criar os quadros intermediários.

A interatividade pode ser adicionada a filmes do Flash usando ações para fazer com que ele responda a eventos de maneiras especificadas.

Em um filme interativo, os espectadores decidem, usando o mouse e/ou o teclado, para onde ir, optando por diferentes partes de um filme, movendo objetos, inserindo informações em formulários e executando outras operações.

Para criar um filme interativo escreve-se um conjunto de instruções em ActionScript, apresentado a seguir mais detalhadamente, que são executadas na ocorrência de um evento específico. Os eventos podem ativar uma ação quando a reprodução atinge determinado quadro ou quando o usuário clica em um botão ou pressiona teclas.

4.4 Scripting

Linguagens de *script* têm a finalidade de ampliar os recursos do *browser*, usando a estratégia de mesclar um código executável dentro do conteúdo estático HTML.

Considerando o lado do usuário o uso de *scripts* permite a verificação do preenchimento de dados em um formulário antes de serem enviados ao servidor. E do lado do servidor permite grande facilidade de criação de conteúdo dinâmico e acesso a dados.

4.4.1 ActionScript

ActionScript é a linguagem de *script* do Flash, que adiciona interatividade a um filme. Esta é uma linguagem orientada a objetos muito semelhante ao JavaScript. É muito útil para criação de jogos interativos, validação de dados, integração com *scripts* de servidor (ASP, PHP, CGI etc) e bancos de dados com XML.

Esta linguagem tem características muito semelhantes ao JavaScript, como estilo de blocos por chaves, linhas de código terminadas com ponto-e-vírgula, métodos, objetos e

funções. Estas semelhanças se justificam pois ambas linguagens são baseadas no ECMAScript – especificação ECMA-262.

A ECMA (*European Computers Manufacturers Association*) publicou um documento chamado ECMA-262, criando um padrão internacional para linguagem de *script*, derivando do JavaScript.

Nos *scripts* orientados a objeto, as informações são organizadas em grupos chamados classes. É possível criar várias instâncias de uma classe, chamadas objetos, e usá-las nos *scripts*. Além disso é possível utilizar as classes predefinidas do ActionScript ou criar classes customizadas.

Ao criar uma classe todas as propriedades e métodos desta são definidos. Cada objeto, instância desta classe, será criado como os objetos reais são definidos. Por exemplo, uma pessoa tem propriedades (como sexo, altura e cor de cabelo) e métodos (como falar, andar e jogar). Neste exemplo, “pessoa” é uma classe e cada indivíduo é um objeto, ou uma instância desta classe.

A sintaxe de ponto é utilizada para obter e definir propriedades e métodos de um objeto, incluindo instâncias de clipes de filme e variáveis.

Os tipos de dados suportados pelo Flash 5 são: sequência de caracteres (*string*), número (*number*), booleano (*true* ou *false*), objeto (*object*) e clipe de filme (*movie clip*). Variáveis podem ser declaradas como locais, que expiram no final da lista de ações ou da chamada de função. Isso permite gerenciar a memória e reutilizar nomes de variáveis.

O ActionScript conta com uma série de objetos predefinidos para acessar e manipular certos tipos de informação. A seguir são apresentados alguns destes objetos de maior relevância para este estudo:

- O objeto **Math** inclui uma serie de constantes e funções matemáticas internas, como pi, coseno, arco tangente;
- O objeto **Date** permite obter informações sobre a data e hora em qualquer sistema que esteja executando o Flash Player;

- O objeto **Sound** permite adicionar sons a um filme e controlá-los enquanto o filme é reproduzido. Por exemplo, é possível ajustar o volume ou equilíbrio;
- O objeto **Mouse** permite que o cursor padrão seja ocultado para que um cursor personalizado seja usado;
- O objeto **MovieClip** permite controlar clipes de filme sem usar uma ação específica, como *tellTarget*. É possível usar métodos como *play*, *loadMovie* ou *duplicateMovieClip* a partir do nome de uma instância por meio da sintaxe de ponto (por exemplo, *meuMovieClip.play()*);
- O objeto **XML** permite converter o ActionScript em documentos XML e passá-los para aplicativos do servidor. Este objeto pode ser utilizado para carregar documentos XML em um filme do Flash e interpretá-los;
- O objeto **XMLSocket** permite criar uma conexão contínua com o servidor para passar dados XML para aplicativos em tempo real.

O Flash 5 conta com um depurador que permite visualizar e alterar valores de variáveis e de propriedades em um filme quando este é executado, permitindo assim que problemas sejam facilmente identificados no ActionScript.

Antes de começar a desenvolver *scripts* é necessário formular os objetivos e definir o que se deseja alcançar. Em um filme inteiro a quantidade e variedade de *scripts* pode ser grande. É muito importante decidir sobre as ações que serão usadas, como estruturar *scripts* de maneira eficiente e o local no qual os *scripts* devem ser colocados. Portanto, o planejamento e a realização de testes cuidadosos são imprescindíveis, principalmente a medida que o filme se torna maior e mais complexo.

O ActionScript segue um fluxo lógico. O Flash executa comandos ActionScript começando pelo primeiro comando e continuando em ordem até alcançar o comando final ou um comando que informe ao ActionScript que vá para outro local. Ações que remetem o *script* a um outro local diferente do próximo comando são: os comandos *if*, os *loops do... while* e *for* e a ação *return*.

O ActionScript segue suas próprias regras de sintaxe, reserva palavras-chave, fornece operadores e permite o uso de variáveis para armazenar e recuperar informações. Como

qualquer outra linguagem de script, usa terminologia específica, que segue determinadas regras de sintaxe. A seguir serão apresentados alguns destes termos:

- As **ações** são comandos que informam a um filme que faça algo enquanto reproduzido. Portanto, os termos ação e comando são equivalentes.
- Os **argumentos** também são chamados de parâmetros, são lacunas para passar valores para funções.
- As **classes** são tipos de dados que contém propriedades, métodos e funções e podem ser criados, através de uma função construtora, para definir um novo tipo de objeto.
- **Constantes** são elementos que não se alteram, sempre têm o mesmo significado e são úteis para comparar valores.
- **Tipos de dados** são um conjunto de valores e operações que podem ser executadas nele.
- As **construtoras** são funções usadas para definir as propriedades e os métodos de uma classe, que recebem o mesmo nome da referida classe
- Os **eventos** são ações que ocorrem enquanto um filme é reproduzido.
- As **expressões** são partes de um comando que produzam um valor.
- As **funções** são blocos de código reutilizáveis para os quais podem ser passados argumentos (parâmetros) e que podem retornar um valor.
- Os **manipuladores** são ações especiais que manipulam ou gerenciam um evento, como *mouseDown*, *load*, *onMouseEvent* e *onClipEvent*.
- Os **métodos** são funções atribuídas a um objeto.
- Os **objetos** são coleções de propriedades, que permitem acesso a determinados tipos de informação através de seus métodos.
- Os **operadores** são termos que calculam um novo valor de um ou mais valores.
- As **propriedades** são atributos que definem um objeto.
- As **variáveis** são identificadores que mantêm valores de qualquer tipo de dado. Podem ser criadas, alteradas e atualizadas. Os valores que elas armazenam podem ser recuperados para uso em *scripts*.

Um comando *if* é chamado de condicional ou de ramificação lógica, pois controla o fluxo de um *script* com base na avaliação de uma determinada condição. Se a verificação retornar *true*, o bloco de comandos entre chaves será executado. O comando

else apresenta dentro de seu conjunto de chaves o bloco de comandos a ser executado caso a verificação realizada pelo comando *if* retorne *false*.

Loops podem ser criados usando *do ... while* e *for*, e repetem uma ação por um determinado número de vezes ou até que uma condição seja atendida.

Em resumo o *ActionScript* é uma ferramenta que permite que o filme criado comporte-se exatamente como se quer.

4.5 Java Applets

Segundo NAUGHTON*, um dos criadores da linguagem Java, [ela] “...é a explosão do empolgante conteúdo interativo por meio da Internet.” Ela permite a criação de aplicações ou *applets*, que são pré-compiladas em um ambiente de desenvolvimento, abrigadas no servidor *Web* e referenciadas pelo código HTML. Portanto, a linguagem independe da plataforma operacional, ou seja, *applets* desenvolvidas em um determinado ambiente operacional é executada em outros, sem necessidade de recompilação.

Quando se necessita de alto grau de interação com usuários, Java *applets* são bastante indicadas. No entanto, devem ser mantidas pequenas devido a transmissão através da Internet para o cliente.

A linguagem Java pode ser utilizada para criar programas que executam acesso a dados e geram conteúdo HTML dinamicamente no lado do servidor, através de *servlets*, cuja funcionalidade se assemelha a de um CGI.

Estas tecnologias permitem que aplicações centralizadas em um servidor conectado a Internet consultem e atualizem uma base de dados, permitindo ao cliente transacionar como se estivesse operando no seu sistema local.

4.6 XML

A XML (*eXtensible Markup Language* ou linguagem de marcação estendida) foi publicada em fevereiro de 1998 pelo *XML Working Group* do W3C (*World Wide Web Consortium* – responsável pela padronização das aplicações para *Web*) com a intenção de complementar a HTML, sem pretensão de substituí-la. Essa linguagem possibilita a transmissão e apresentação de dados na Internet de forma mais estruturada.

Atualmente vem sendo utilizada em conjunção com o HTML para estender a capacidade de páginas *Web* nos seguintes pontos:

NAUGHTON apud TOLENTINO (2002)

- Apresentar a informação de forma bastante estruturada.

A XML é uma simplificação da SGML (Standard Generalized Markup Language ou linguagem de marcação padrão generalizada), “mãe” de todas as linguagens de marcação, que é um padrão ISO. A SGML é uma metalinguagem, ou seja, uma linguagem para descrever linguagens.

Em seu projeto removeu-se da SGML a excessiva generalidade e complexidade, tornando a XML fácil e de definição clara e mantendo o conceito de que a estrutura do documento deve ser totalmente descrita nas marcações. Para garantir a funcionalidade da XML, as marcações denotam a estrutura do documento e não sua aparência.

Essa nova linguagem introduz novas possibilidades na Internet, ao facilitar a implementação e manutenção de páginas da Web, troca de dados entre organizações, pesquisas etc.

Os objetivos da criação da XML são: clareza; possibilidade de suportar um grande variedade de aplicações; ser compatível com SGML; facilidade de implementação de programas que processem documentos XML; necessidade de recursos opcionais mínima (idealmente zero); documentos legíveis e de fácil criação; formalidade e precisão.

A característica principal da XML é que o esquema de exibição do documento é separado do conteúdo do mesmo, permitindo que um mesmo documento seja apresentado sob várias formas e dispositivos. Por exemplo, um mesmo documento pode ser exibido em um monitor de um PC, na tela de um celular ou convertido em som para uso por deficientes visuais.

Além de transmitir informações, a XML permite a interpretação do significado destas. Cada categoria de informação tem sua marca específica, indicando o seu significado. A revolução provocada na Web pela XML está no fato de que as informações podem ser identificadas e trocadas além de apenas apresentadas, como acontece com a HTML.

A marcação XML é inteligível, consistindo apenas em texto. Ao criar um documento XML, são criados seus próprios elementos, denominados segundo a necessidade ou vontade do programador. Um documento é na verdade uma aplicação XML, com um conjunto de marcas escolhidas.

Na realidade a XML transmite metadados, ou seja, a informação sobre a informação.

Para ilustrar, um bloco de código XML será apresentado a seguir:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <perfil>
    <tipo> I </tipo>
    <largura> 67,6 </largura>
    <espessura1> 7,40 </espessura1>
    <altura> 101,6 </altura>
    <espessura2> 4,83 </espessura2>
    <área> 14,5 </área>
    <peso> 11,4 </peso>
</perfil>
```

FIGURA 8 – Bloco de código XML

5

TECNOLOGIA CAD

5.1 Sistemas CAD

Os sistemas CAD (*Computer Aided Design* ou Projeto Assistido por Computador) tem finalidade de auxiliar o usuário a projetar modelos manufaturáveis usando ferramentas computacionais.

O AutoCAD, ferramenta genérica para o projeto assistido por computador da Autodesk, que devido a sua arquitetura aberta permite o desenvolvimento de aplicativos personalizados utilizando a programação orientada a objetos (POO).

A Autodesk é uma das maiores empresas produtoras de softwares para computação gráfica do mundo e foi pioneira no desenvolvimento de um programa CAD para PC (*Personal Computer*). O lançamento da primeira versão do AutoCAD para DOS foi em 1986. O CADTEC como membro da *Autodesk Development Network* (ADN), rede de desenvolvedores da Autodesk, tem acesso ao suporte técnico disponível através de um canal de comunicação via Internet, e recebe trimestralmente as versões atualizadas de

seus programas com os respectivos manuais de utilização e desenvolvimento. A Autodesk investe em treinamento, buscando ser referência em sistemas CAD. Cursos online, palestras e grupos de discussão são disponibilizados para os usuários de seus produtos através do seu site. Visando oferecer soluções individuais e integradas, produtos específicos foram desenvolvidos pela Autodesk para a plataforma AutoCAD, são eles:

- AutoCAD – além de produzir magníficos Desenhos, permite partilhar e ter acesso à informação do desenho, aumentando seu valor ao máximo;
- AutoCAD LT – único programa profissional de CAD em 2D que oferece materiais de comunicação e colaboração, ferramentas de produtividade que poupam tempo, e 100% de compatibilidade com o formato DWG da família de produtos AutoCAD;
- AutoCAD Mechanical – ferramenta para desenvolvimento de projetos mecânicos em 2D;
- Autodesk Architectural Desktop – específico para arquitetura;
- Autodesk Civil Design – analisa e desenvolve projetos de engenharia civil de forma mais eficiente; expande o poder do Autodesk Land Desktop com ferramentas para análise de dados de projetos criando desenhos automaticamente para: engenharia de transportes, hidrologia e hidráulica;
- Autodesk Inventor – torna a transição para 3D menos dolorosa, fácil de aprender e fornece solução completa projeto-para-manufatura e liberdade para projetar sem limites;
- Autodesk Land Desktop – poderosa ferramenta de projeto com funcional análise topográfica, sistema de coordenada WCS e muito mais. Oferece facilidades especiais em planejamento de uso do solo, modelamento do terreno, corte e aterros – com interface intuitiva focada no gerenciamento do projeto;
- Autodesk Map – para desenvolver mapas precisos, usando imagens geo-referenciadas;
- Autodesk Mechanical Desktop – para projetistas de mecânica que preferem criar projetos 3D em programa nativo do AutoCAD, permite projetar e detalhar, e dispõe de ferramentas como fluxo de trabalho e tradutor de passos do processo de fabricação;

- Autodesk OnSite Enterprise – auxilia no envio de projetos digitais e dados mapeados aos executores do projeto, de forma síncrona e precisa. Excelente ferramenta para o intercambio de informações entre os projetistas e montadores/construtores;
- Autodesk OnSite View – permite revisão eletrônica, marcação e medidas em arquivos de desenho DWG e DXF;
- Autodesk Survey – expande a capacidade do Autodesk Land Desktop;
- Volo View – ferramenta de revisão da Autodesk, que automatiza o processo de revisão de projetos, diminuindo ciclos de revisão e reduzindo custos;
- Volo View Express – ferramenta gratuita da Autodesk, que permite visualizar e imprimir projetos nos formatos básicos de desenho.

5.2 Programação Orientada a Objeto – POO

As linguagens de programação agrupavam-se em três gerações. As linguagens de primeira geração foram FORTRAN I e ALGOL 58. Em seguida, surgiram FORTRAN II, ALGOL 60, COBOL 61 e PASCAL, consideradas linguagens de segunda geração. Na década de 60, dentre as linguagens de terceira geração destacavam-se as seguintes: ALGOL 68, PASCAL e Simula – mãe das linguagens orientadas a objetos.

Os princípios norteadores da POO iniciam com o surgimento da Simula e são reforçados pelas linguagens SmallTalk nos anos 70 e C++ nos anos 80.

A linguagem de programação C++ teve como precursora a linguagem C, estruturada, mas, por ter grande poder de programação e boa portabilidade devido a existência de vários compiladores para as diversas plataformas, ganhou a credibilidade do mercado. Seu desenvolvimento partiu da necessidade de integrar à linguagem C, já largamente utilizada, os poderes da POO.

A programação orientada a objeto (POO) difere da programação estruturada basicamente na forma como os dados e os procedimentos se comunicam. Utiliza-se o

conceito de classes, que é um tipo que encapsula dados e procedimentos. As vantagens de um programa orientado a objetos são: facilidade de manutenção, extensão e leitura; e possibilidade de criação de novas classes a partir de classes existentes, preservando a funcionalidade. Em sistemas estruturados, os dados são passados a sub-programas, estruturados na forma de procedimentos.

Para entender de POO é preciso conhecer sua terminologia específica e seus mecanismos. A análise orientada a objetos tem, como evidência o seu nome, foco no objeto ou instância de uma classe. Um objeto é uma estrutura de dados construída de acordo com parâmetros pré-definidos, estando sempre associados a ele o seu estado, comportamento e identidade. Seu estado é determinado por suas propriedades e valores que estas assumem. O comportamento é função de sua reação a mudanças de estado e seu relacionamento com outros objetos do sistema. A identidade é a propriedade que diferencia um objeto dos demais do sistema.

Um classe é um tipo de dado que encapsula atributos e métodos, definindo as características comuns de vários objetos. Os métodos e atributos de uma classe são chamados de membros da classe. Um atributo é uma informação definida para um objeto de classe, que tem a função de adicionar detalhes ao modelo que esta sendo construído e identificá-lo no sistema. Esses atributos devem ser modificados exclusivamente por métodos associados à classe do objeto ou à classes a ela associadas.

O conceito de herança em sistemas orientados a objetos determina o relacionamento e o compartilhamento de atributos e métodos entre classes. Novas classes podem ser definidas a partir de outras já existentes. Ocorre o que se chama herança múltipla quando uma classe-derivada possui características de mais de uma classe. A herança permite o desenvolvimento de sistemas complexos reutilizáveis e adaptáveis.

5.3 ObjectARX e MFC

O ObjectARX é uma biblioteca de classes e procedimentos que utiliza a linguagem de programação C++ orientada a objeto. Para sua utilização é necessário o compilador Visual C++ e o sistema operacional Windows. Esta é a única alternativa predefinida

pela Autodesk em parceria com a Microsoft para o desenvolvimento de aplicativos para o AutoCAD.

As classes ObjectARX permitem: acessar o banco de dados do AutoCAD, interagir com o editor do AutoCAD, criar interfaces usando MFC (*Microsoft Foundation Class*), suportar a interface de múltiplos documentos (MDI – Multiple Document Interface), criar classes personalizadas com características herdadas das classes nativas do ObjectARX, construir aplicações complexas usando as várias ferramentas disponíveis e interagir com outros ambientes de programação, tais como Visual LISP, ActiveX e COM (*Microsoft Component Object Model*) ou com a Internet através da associação de URLs a entidades possibilitando carregar e salvar arquivos de desenho na Web.

A biblioteca MFC é um conjunto de classes que possuem funções e atributos necessários para a criação de caixas de diálogos, toolbars, tooltips e menus, baseados no sistema Windows. A Autodesk construiu classes baseadas no MFC, que podem ser usadas para criar caixas de diálogo que operem de forma semelhante as caixas nativas da plataforma AutoCAD.

5.4 Tecnologia CAD Aplicada ao Ensino à Distância

A intenção inicial deste trabalho era criar um aplicativo didático, que contemplasse a análise e dimensionamento de barras isoladas submetidas a tração simples, utilizando POO – Visual C++, ObjectARX e MFC. No entanto, verificou-se que tal aplicativo não atenderia aos princípios básicos da EAD no que diz respeito a acessibilidade e equidade. Alguns inconvenientes impediriam sua utilização: o AutoCAD versão 2000 ou superior deveria estar instalado na máquina do usuário e seria necessário transferir o arquivo ARX compilado do servidor da Web. O procedimento de carregamento do aplicativo pelo AutoCAD exigiria a obtenção de um programa caro por cada usuário. Estas questões inviabilizariam o desenvolvimento do aplicativo didático para o Curso online, que se mostrou inadequado para os propósitos de cursos à distância via Web,

onde a evasão ocorre sempre que aparecem dificuldades outras, que não àquelas relativas ao conteúdo propriamente dito.

Alternativamente um denominado TracBAR, foi desenvolvido a partir de tecnologias mais adequadas para a Internet. Neste sentido o programa Macromedia Flash 5 e suas ferramentas internas de Scripting – o ActionScript – foram escolhidas para desenvolver o aplicativo TracBAR, que será detalhado no capítulo seguinte.

6

CONTEÚDO DIGITAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE BARRAS TRACIONADAS EM ESTRUTURAS DE AÇO

6.1 A Estruturação do Curso

6.1.1 Introdução

a) Definição do Escopo

Uma vez definido o tema central, os objetivos específicos do projeto e a disponibilidade de tempo, foi delineado o escopo do conteúdo a ser desenvolvido para este curso. Dentro do tema Curso de Estruturas de Aço delimitou-se o conteúdo para um projeto piloto, que pudesse servir para a exploração de novas tecnologias aplicadas ao ensino/aprendizado à distância via Internet.

A escolha do tópico Barras Tracionadas além de intuitiva por ser normalmente o primeiro capítulo do tema, permitiu o aprendizado e a aplicação de várias tecnologias, que poderão ser reutilizadas no desenvolvimento dos outros capítulos.

O material didático para Barras Tracionadas utilizado no projeto foi cedido por FAKURY (2001), professor da disciplina na UFMG. Este material foi desenvolvido com base nos conceitos mais atuais e em sua longa experiência no ensino desta disciplina. Um tratamento pedagógico foi necessário para adaptá-lo à Internet.

Os diversos recursos utilizados – textos, hipertextos, animações, vídeos, imagens, tabelas e gráficos - foram explorados para transmitir com clareza e facilitar a compreensão dos conceitos tratados no texto base. O acesso ao conteúdo didático digital é disponibilizado para visualização através de *links* em ícones dispostos de maneira a oferecer ao usuário uma navegação simples e intuitiva.

b) Caracterização do Usuário

O público alvo do Curso **Barras Tracionadas**, produto deste estudo, é constituído por estudantes de Engenharia e Arquitetura, que tenham cursado as disciplinas Resistência dos Materiais I e II e Teoria das Estruturas I e II (pré-requisitos para a disciplina Estruturas de Aço do curso presencial); e profissionais do segmento da construção metálica. Portanto, tratam-se de indivíduos adultos, de ambos os sexos e de poder sócio-econômico heterogêneo, mas que têm acesso a Internet (veículo deste curso) em casa, na escola ou no trabalho. A programação de estudo, respeitando as particularidades de cada aprendiz, foi delineada admitindo que, nos laboratórios de informática, a média de acesso permitida a cada aluno seja limitada a oito horas semanais, e que deste período ele possa dispor da metade para dedicar-se a este estudo.

Os recursos computacionais exigidos são microcomputador com sistema operacional Windows 95/98/Me/NT e acesso a Internet. Todas as ferramentas criadas são acessadas através do navegador - Netscape Navigator 3 (ou superior) ou Internet Explorer 3 (ou superior), com controles ActiveX para Flash (*plug-in*). Caso o usuário disponha de versões anteriores, deverá fazer o *download* do Flash Player, gratuito no site: <http://www.macromedia.com/software/shockwaveplayer>. No entanto, ao carregar a página inicial do curso, um script verificará a existência do *plug-in* na máquina do

usuário. Não encontrando, será sugerido o *download* automático deste arquivo. Uma janela saltará sobre o navegador, bastando que o usuário clique em um botão (sim/ok) para que o processo automático de *download* se inicie.

c) Levantamento dos Recursos Disponíveis

O elenco de recursos de *hardware* e *software* disponíveis no CADTEC para o desenvolvimento do aplicativo foi definido, considerando as necessidades de se gerar um produto acessível e adequado ao tipo de plataforma de um usuário padrão do curso.

Para isto foram utilizados dois microcomputadores – um deles com placa de aquisição de vídeo, *scanner*, impressora, microfone e câmera de vídeo. Os *softwares* disponíveis para este desenvolvimento, foram: AutoCAD 2000, Flash 5, Corel Draw e Photo Paint 10, Macromedia Dreamweaver e/ou Microsoft FrontPage.

d) Definição da Interface

A interface proposta deveria ser limpa, clara e motivadora, apresentando o conteúdo digital e oferecendo elementos que contribuíssem para o entendimento, sem distrair ou confundir o aluno.

Para definir esta interface, foi realizado um estudo sobre os meios interativos e foram relacionados, na Tabela III, os tipos de mídia que melhor atendem aos objetivos do curso, objeto deste trabalho.

TABELA II - Mídias adequadas para os Objetivos do Curso

OBJETIVOS	TIPO DE MÍDIA
Administrar e acompanhar os dados gerenciais e pedagógicos dos participantes do curso	Banco de Dados Access e instruções ASP inseridas nas páginas HTML
Apresentar os conceitos básicos sobre o estudo de barras tracionadas em estruturas de aço	Informações em hipertexto , enriquecidas com gráficos, imagens e animações , acessados por elos de ligação que levam a janelas menores do tipo <i>pop-up</i>
Avaliar o aprendizado ao longo do curso	Ferramenta interativa de solução dos exercícios propostos, desenvolvida em tecnologia Shockwave e ActionScript, que permite a verificação automática da entrada de dados e o controle do aproveitamento através do banco de dados Access e das rotinas implementadas em ASP
Disponibilizar um aplicativo didático adicional, para teste de outras situações de estudo de barras tracionadas	Aplicativo TracBAR desenvolvido em tecnologia Shockwave e ActionScript, para manipulação através do navegador no formato swf (<i>ShockWave Flash</i>), ou para cópia e execução em máquina do usuário. Esta última opção será disponibilizada na seção de Transferência de Arquivos, em formato de executável do Windows (exe)
Mostrar como é realizado o ensaio de tração em corpos de prova	Vídeo e apresentação de dados dos ensaios realizados em duas amostras (tabelas e gráficos)
Motivar o aluno e estabelecer um contato pessoal	Correio eletrônico convencional e ferramenta de troca de mensagens em tempo real, a qual denominou-se Correio Online
Promover troca de informações e discussão relacionada aos temas tratados no texto base	Ferramenta Grupo de Discussão , acessada através do menu lateral com possibilidade de ordenar por remetente, data de envio e assunto
Propor leitura complementar	Conteúdo textual em formato para impressão (.pdf), podendo ser visualizado também no navegador

O site do curso dispõe de ambientes que possibilitam a troca e armazenamento da informação, com espaços para alunos e professores atuarem de forma colaborativa e interativa. Os alunos encontram o conteúdo didático online com uma série de *links*, que lhes permitem acompanhar as atividades, como exercícios de avaliação e leituras complementares. Além disso, o acesso aos diversos ambientes de comunicação é realizado pelo menu lateral, que contém as seguintes seções: apresentação, início, agenda, conteúdo didático, grupo de discussão, correio online, área de transferência, seminários, novidades, FAQ, bibliografia e saída.

6.1.2 Navegação

ROMISZOWSKI (1994) cita que *design* instrucional refere-se ao "planejamento sistemático baseado em princípios científicos de comunicação, aprendizagem e ensino, levando à melhoria dos materiais instrucionais elaborados".

a) Veículo de Acesso

O curso Barras Tracionadas será veiculado pela Web. Os interessados deverão cadastrar-se no Núcleo EAD do CADTEC (<http://www.cadtec.dees.ufmg.br/nucleoead>) e matricular-se no curso. Desta forma, os dados dos usuários serão armazenados no banco de dados da Escola Virtual, servindo de material de apoio aos administradores e tutores. É importante para a tutoria conhecer a procedência e a formação de cada um de seus tutelados.

A navegação será condicionada a resolução de exercícios parciais ao longo da leitura da matéria. Pretende-se, com isso, garantir que o aluno tenha adquirido o conhecimento necessário para continuar explorando o conteúdo. Os exercícios terão correção automática e darão ao aluno a possibilidade de resolver outros exercícios sorteados aleatoriamente em um banco de dados. Os instrumentos de avaliação contínua neste modelo possibilitam a retroalimentação, quando for necessário. Assim o próprio aprendiz torna-se avaliador do seu progresso.

b) Organização do Conteúdo

O conteúdo foi organizado em pequenos pacotes, identificando os “nós” de informação, que vieram a constituir as quatro unidades do curso piloto. E o fluxo das atividades foi

esboçado, considerando-se que ao final de cada um destes pacotes, o aprendiz seria submetido a uma de avaliação, que lhe daria acesso ao próximo pacote de informações.

A avaliação proposta tem a finalidade de verificar a absorção dos conceitos principais de cada um destes pacotes. Continuamente serão realizados testes, que darão ao aluno a possibilidade de verificar seu progresso no aprendizado. Em caso de não superação das metas lhe será dada oportunidade de rever os conceitos relacionados e realizar novamente exercícios do mesmo tipo selecionados aleatoriamente em um banco de dados. Esta avaliação, de processo ou contínua, terá o objetivo de orientar o processo de ensino-aprendizagem.

c) Serviço de Tutoria

Uma estrutura de suporte foi idealizada de tal maneira que o aluno tenha a quem recorrer em caso de dúvidas e dificuldades de assimilação. Pretende-se principalmente desenvolver competências e habilidades, mais do que mera assimilação de conteúdos, uma vez que atualmente o conhecimento envelhece aceleradamente e a circulação de novas informações é cada vez mais intensa. Esta estrutura valoriza a capacidade de atuar em equipes e é constituída pelos recursos: correio eletrônico convencional; troca de mensagens online – semelhante ao IRC (BRASIRC, 2002) ou chat ou bate-papo; e o grupo de discussões.

d) Construção do Fluxo de Apresentação

Nesta fase, foram relacionadas as figuras estáticas e dinâmicas (animações), tabelas, quadros e gráficos que iriam compor cada unidade. E a seqüência e forma de apresentação destas foi definida. Em seguida estabeleceu-se as ligações entre os vários níveis de informação, criando os fluxos de navegação entre as páginas do conteúdo didático digital. A FIG. 9 apresenta a disposição das páginas e como elas se interligam.

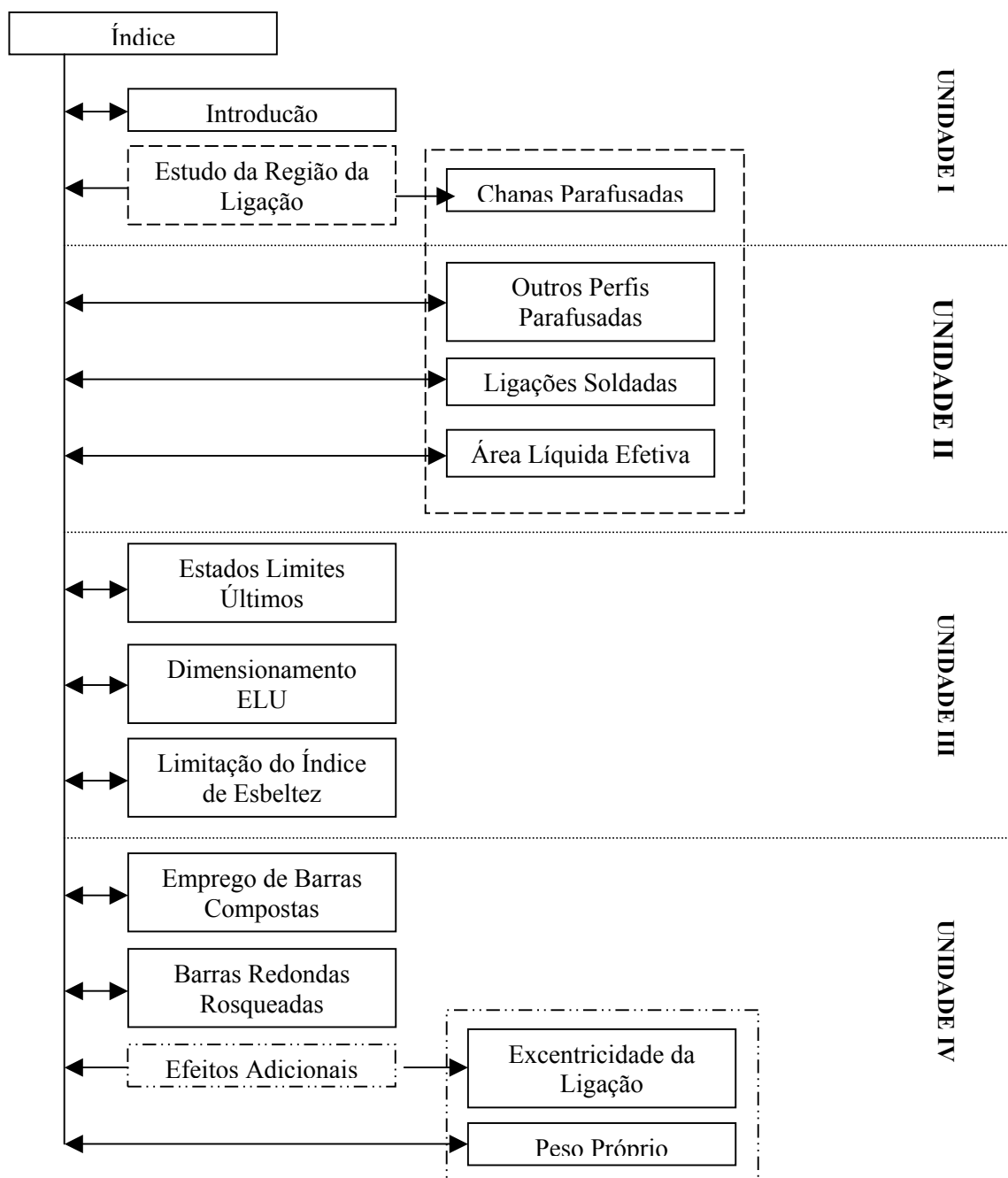


FIGURA 9 – Mapa do Conteúdo do Curso Barras Tractionadas

e) Desenho da Interface

Nesta fase definiu-se o *layout* das páginas. Para a produção de um material leve, o texto foi disposto em fundo branco e as animações e figuras apresentadas em janelas menores, que saltam sobre a janela principal quando solicitadas através de clique sobre os ícones a elas relacionadas. Acredita-se que desta forma o aluno não perde o foco na leitura, associando as informações visuais (gráficos, imagens e animações) ao conteúdo lido. Este modelo, possibilita que o usuário recorra ao texto para esclarecer a imagem e vice-versa, utilizando o minimizador de tela ou, simplesmente, deslocando a janela da imagem sobre a janela principal.

f) Botões de Navegação

A Tabela II identifica os ícones dos tipos de *links* responsáveis pela navegação no conteúdo didático:

TABELA III - Ícones do Conteúdo Didático

	Índice analítico		Vai para o topo da página
	Vai para a próxima página de um mesmo sub-ítem		Vai para o próximo sub-ítem
	Volta para a página anterior de um mesmo sub-ítem		Volta para o sub-ítem anterior
	Ver imagem		Ver animação
	Ver vídeo		Ler texto complementar

6.1.3 Construção

a) Criação das Páginas de Navegação

Definido o *layout*, escolhido o esquema de navegação (ícones) e organizado o conteúdo, iniciou-se a criação das páginas e estruturação da hierarquia global da interface do aplicativo. A FIG. 10 ilustra essa hierarquia, fornecendo uma visão geral da lógica do projeto. As figuras na sequência apresentam as principais páginas do curso e o formato de apresentação do conteúdo didático digital.

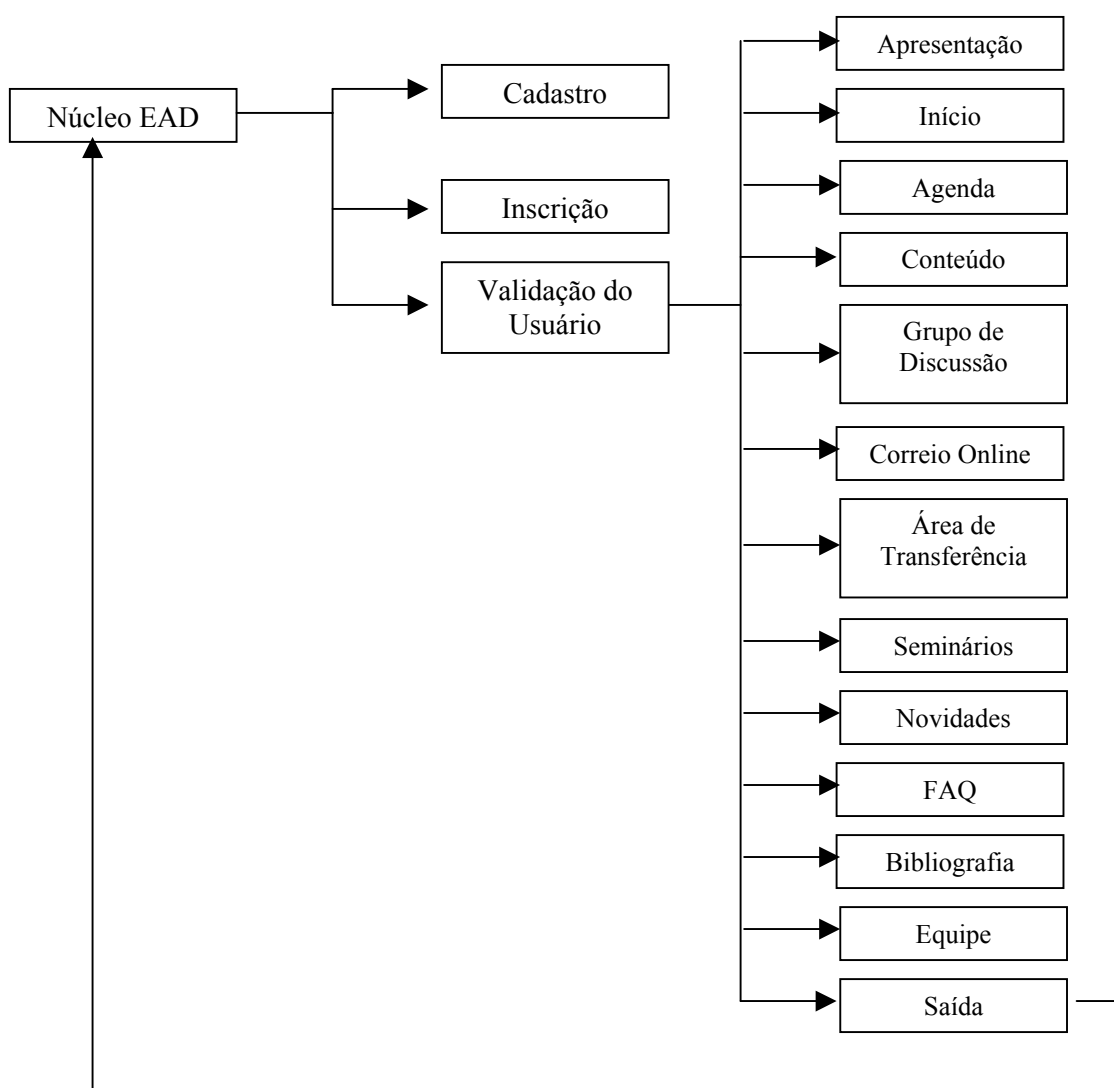


FIGURA 10 – Hierarquia Global da Interface

- Apresentação

A tela inicial do curso é a página de apresentação, onde os usuários cadastrados no Núcleo EAD do CADTEC (<http://www.cadtec.dees.ufmg.br/nucleoead/>) visualizam os dados relativos ao curso, seus objetivos, o conteúdo abordado, sua organização e os recursos disponíveis. Nesta página interativa, onde os textos relativos às opções do menu à direita da tela, aparecem conforme o posicionamento do mouse sobre estes botões. Ver FIG. 11.

- Início

Como diz AZEVEDO, (2001): “O aluno precisa receber orientações que auxiliem seu tempo numa outra temporalidade”. Para isto, um guia didático foi desenvolvido. Nele são apresentadas sugestões para que o aluno planeje o seu estudo no estilo que lhe seja mais favorável e motivador, desenvolvendo sua autonomia e autodidatismo.

Esta seção foi idealizada com o intuito de apresentar ao aluno a sistemática do curso e os recursos disponíveis. As informações básicas para o usuário são colocadas de forma ordenada nesta página, tais como: apresentação de ícones do conteúdo didático, navegação e elo de ligação para o guia didático. Esta interface é apresentada na FIG. 12.

- Agenda

Informa o tempo disponível para a conclusão das atividades relativas a cada unidade. Disponibiliza *links* as páginas iniciais de cada unidade no conteúdo didático digital, assim como para a última página nela acessada ou para a avaliação da unidade em que se encontra o aluno. Ver FIG. 13.

- Conteúdo Didático Digital

Em cursos a distância não se deve substituir o material impresso pelo hipertexto, uma vez que este constitui um material portátil de fácil manuseio e independente do uso de equipamento auxiliar. No entanto, o formato hipertextual é uma ferramenta poderosa para estimular e orientar o aprendiz na trajetória de formação do seu conhecimento.

O material didático foi elaborado em dois formatos: i) impresso – disponível na área de transferência; ii) digital – acessado pelo menu lateral, pela agenda ou pela interface de boas vindas e instrução, denominada início.

As Figuras 14 a 18 apresentam os modelos das páginas do conteúdo didático digital do curso.

- Grupo de discussão

Ferramenta de comunicação assíncrona de muitos-para-muitos, na qual o professor tutor tem papel de moderador, estimulador da discussão e do trabalho em equipe. Na área restrita aos administradores e tutores do curso é possível controlar o uso deste espaço, excluindo questionamentos ou comentários indevidos ou que não produzam ganho significativo na aprendizagem do grupo. A página deste ambiente é ilustrada na FIG. 19.

- Correio Online

Semelhante ao IRC , este é um recurso que possibilita tanto a comunicação síncrona quanto a assíncrona. Ao entrar no site do curso, o usuário é avisado se há novas mensagens para ele. Ele poderá enviar mensagens a outros alunos do curso, que estejam conectados ou não. Este recurso oferece grandes vantagens aos usuários, tais como: a redução do tempo de resposta com relação ao correio eletrônico; e a criação automática do histórico de comunicação entre os participantes, individualmente, a partir do primeiro contato estabelecido entre eles. A FIG. 20 mostra a interface da troca de informações ou correio online.

- Área de Transferência

Espaço onde são encontrados todos os arquivos referenciados no texto base (textos complementares, material didático em formato para impressão, guia didático, executável do aplicativo didático etc.). Ver FIG. 21.

- Seminários

Temas diversos de interesse do segmento da construção metálica serão apresentados neste espaço. A FIG. 22 apresenta a página, que lista por assunto as apresentações de professores especialistas que gentilmente cederam material de sua autoria para enriquecer este espaço.

O procedimento de ensaio de tração em corpos de prova, descrito pela norma brasileira NBR 6673/1981, é também apresentado nesta seção. Uma página inicial contém elos de ligação para páginas adjacentes, que abordam: as instruções da norma; o corte ou estampagem dos corpos de prova; os ensaios realizados em duas amostras; o relatório e os gráficos destes ensaios. Para ilustrar este processo são exibidos três vídeos, que tratam, respectivamente, do procedimento de obtenção dos corpos de prova e da realização dos ensaios realizados em dois corpos de prova. Os ensaios foram compactados em dois arquivos distintos, sendo um para cada espécime ensaiado. As Figuras 23 a 25 apresentam algumas das principais telas deste material.

- Novidades

Na FIG. 26 apresenta-se o espaço para novidades do segmento da construção metálica, como por exemplo eventos (seminários, workshops, congressos), novos produtos, novas normas, etc.

- FAQ

Espaço para elencar as perguntas mais freqüentes e suas respectivas respostas. O modelo é mostrado na FIG. 27. Está página será realmente implementada após a fase de implantação do curso, e será sempre alimentada com as questões mais freqüentes que surjam no grupo de discussão.

- Bibliografia

Aqui é apresentada a referência bibliográfica (impressa e digital) do curso. Ver FIG. 28.

- Equipe

A FIG. 29 ilustra a página que apresenta os profissionais envolvidos na elaboração deste curso. Elos de ligação no nome levam a páginas contendo um breve currículo e o endereço eletrônico de cada um deles.

- Saída

Esta opção finaliza a sessão do usuário e lhe remete a página do Núcleo EAD do CADTEC. Ver FIG. 30.

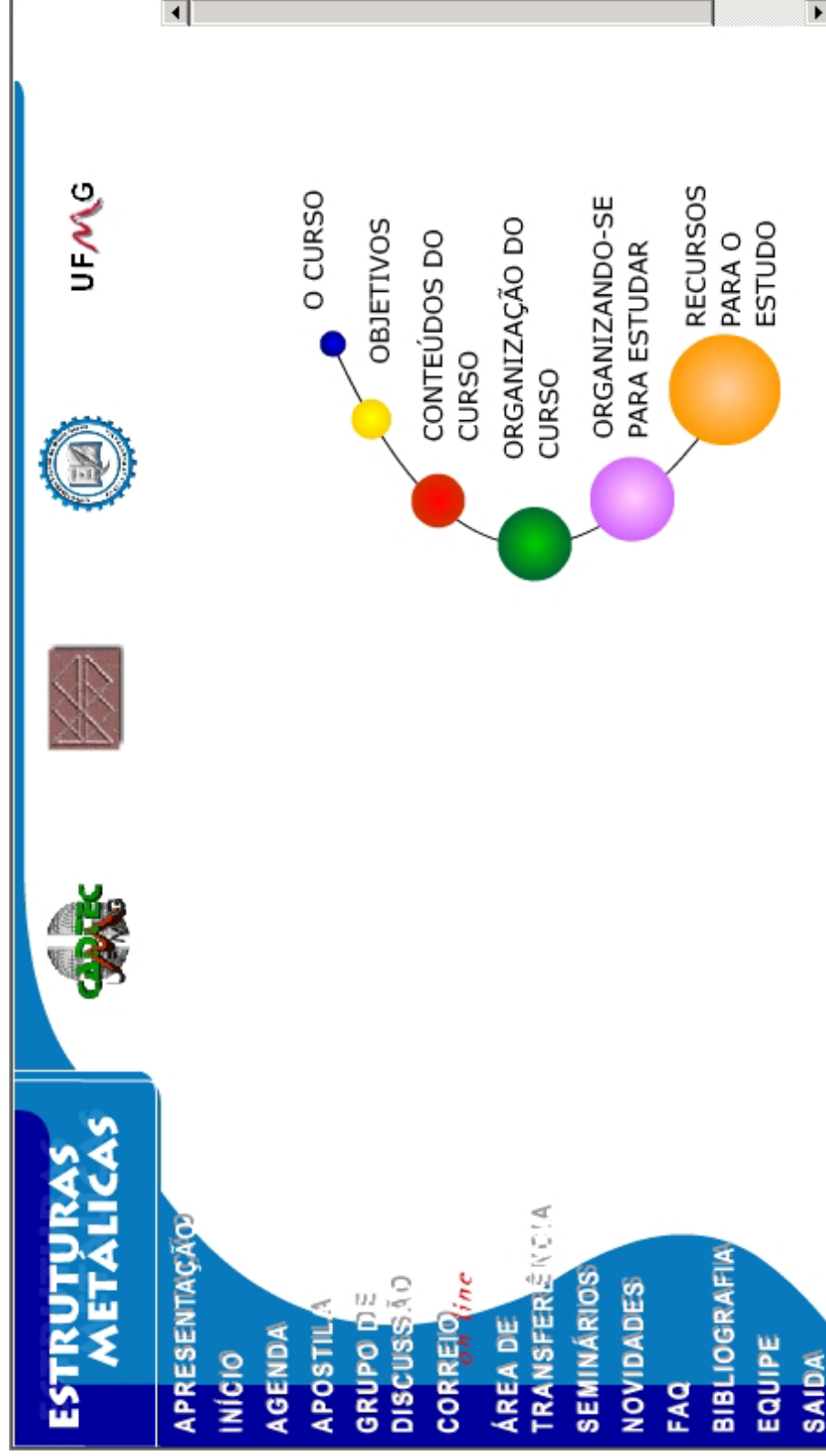


FIGURA 11 - Página de Apresentação do curso

ESTRUTURAS METÁLICAS

APRESENTAÇÃO
INÍCIO
AGENDA
APOSTILA
GRUPO DE ESTUDO
DISCUSSÃO
CORREIO
ÁREA DE TRANSFERÊNCIA
SEMINÁRIOS
NOVIDADES
FAQ
BIBLIOGRAFIA
EQUIPE
SAÍDA

CORTEC

UFMG

Cara Rosalia Lima,

Seja bem vinda ao **Curso Barras Tracionadas em Estruturas Metálicas**.

Antes de iniciar seus estudos leia o [guia didático](#) do curso. Ele contém informações importantes.

O material didático apresenta-se sob duas formas:

- Apostila Online (que irá guiar o estudo, indicando leituras complementares, visualização de animações e realização dos exercícios de avaliação);
- Texto Base (material impresso elaborado pelo Prof. Dr. Ricardo Hallal Fakury)

Para a navegação serão utilizados os botões a seguir:

	Índice Analítico		Vai para o topo da página
	Vai para a próxima página, de um		Vai para o próximo eul-ítom

FIGURA 12 - Página de Boas Vindas e de Instrução

ESTRUTURAS METÁLICAS

APRESENTAÇÃO

INÍCIO

AGENDA

APOSTILA

GRUPO DE

DISCUSSÃO

CORREIO *on line*

ÁREA DE TRANSFERÊNCIA

SEMINÁRIOS

NOVIDADES

FAQ

BIBLIOGRAFIA

EQUIPE

SAÍDA







AGENDA

Este curso tem duração de 2 semanas, sendo que todo o conteúdo do curso deverá ser visto em quatro momentos, após os quais deverão ser realizados os exercícios de avaliação relativos a cada Unidade.

Sugerimos que os exercícios sejam feitos logo em seguida a leitura de cada bloco de conteúdo.

ATIVIDADES	
Período	Apostila Online
1ª Semana	Unidade I
	Unidade II
2ª Semana	Unidade III
	Unidade IV
Ir a última página acessada na apostila.	

FIGURA 13 - Página da Agenda do Curso

ESTRUTURAS METÁLICAS			
APRESENTAÇÃO	ÍNDICE		
INÍCIO	UNIDADE I		
AGENDA	INTRODUÇÃO ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO CHAPAS PARAFUSADAS LINHA DE RUPTURA E LARGURA LÍQUIDA DIÂMETRO DOS FUROS EXEMPLO DE DETERMINAÇÃO DA LARGURA LÍQUIDA ÁREA LÍQUIDA		
APOSTILA	UNIDADE II		
GRUPO DE DISCUSSÃO	OUTROS PERFIS PARAFUSADOS LIGAÇÕES SOLDADAS ÁREA LÍQUIDA EFETIVA		
CORREIO <i>on line</i>	UNIDADE III		
ÁREA DE TRANSFERÊNCIA	ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS DIMENSIONAMENTO AOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS LIMITAÇÃO DO ÍNDICE DE ESBELTEZ		
SEMINÁRIOS	UNIDADE IV		
NOVIDADES	EMPREGO DE BARRAS COMPOSTAS BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS EFEITOS ADICIONAIS		
FAQ			
BIBLIOGRAFIA			
EQUIPE			
SAÍDA			

FIGURA 14 - Índice do Apostila Digital

The interface is a web-based digital didactic model for 'ESTRUTURAS METÁLICAS'. It features a blue header with the title and a navigation menu on the left. The main content area is divided into sections for navigation, search, and a specific topic: 'BARRAS TRACIONADAS' (Tensioned Bars).

Navigation Menu (Left):

- APRESENTAÇÃO
- INÍCIO
- AGENDA
- APOSTILA
- GRUPO DE DISCUSSÃO
- CORREIO *on line*
- ÁREA DE TRANSFERÊNCIA
- SEMINÁRIOS
- NOVIDADES
- FAQ
- BIBLIOGRAFIA
- EQUIPE
- SAÍDA

Header (Top):

- Logos for COTEC, UFMG, and a circular institutional logo.
- Search bar: 'Buscar na apostila por:' with a 'Buscar »' button.
- Navigation icons: back, forward, and a question mark.

Main Content Area:

- BARRAS TRACIONADAS**
- UNIDADE II**
- >> ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO**
- >> OUTROS PERFIS PARAFUSADOS >> ÁREA LÍQUIDA**

Text Content:

As cantoneiras podem ser rebatidas segundo o eixo médio (linha que passa pela semi-espessura das abas) e tratadas como chapas para obtenção da largura líquida e da área líquida.

Diagram:

The diagram shows a cantoneira with dimensions I , H , and U . It illustrates the process of determining the net area by considering the semi-thickness of the flanges and the width of the liquid area.

Text Content (Right):

Nos perfis I , H e U pode-se usar um procedimento simplificado que consiste em determinar a área líquida de cada elemento componente independentemente. A área líquida do perfil será então a soma das áreas líquidas dos elementos. Assim, calculam-se as áreas líquidas das mesas e da alma, considerando cada um desses elementos como

FIGURA 15 – Conteúdo Didático Digital – Modelo das Páginas

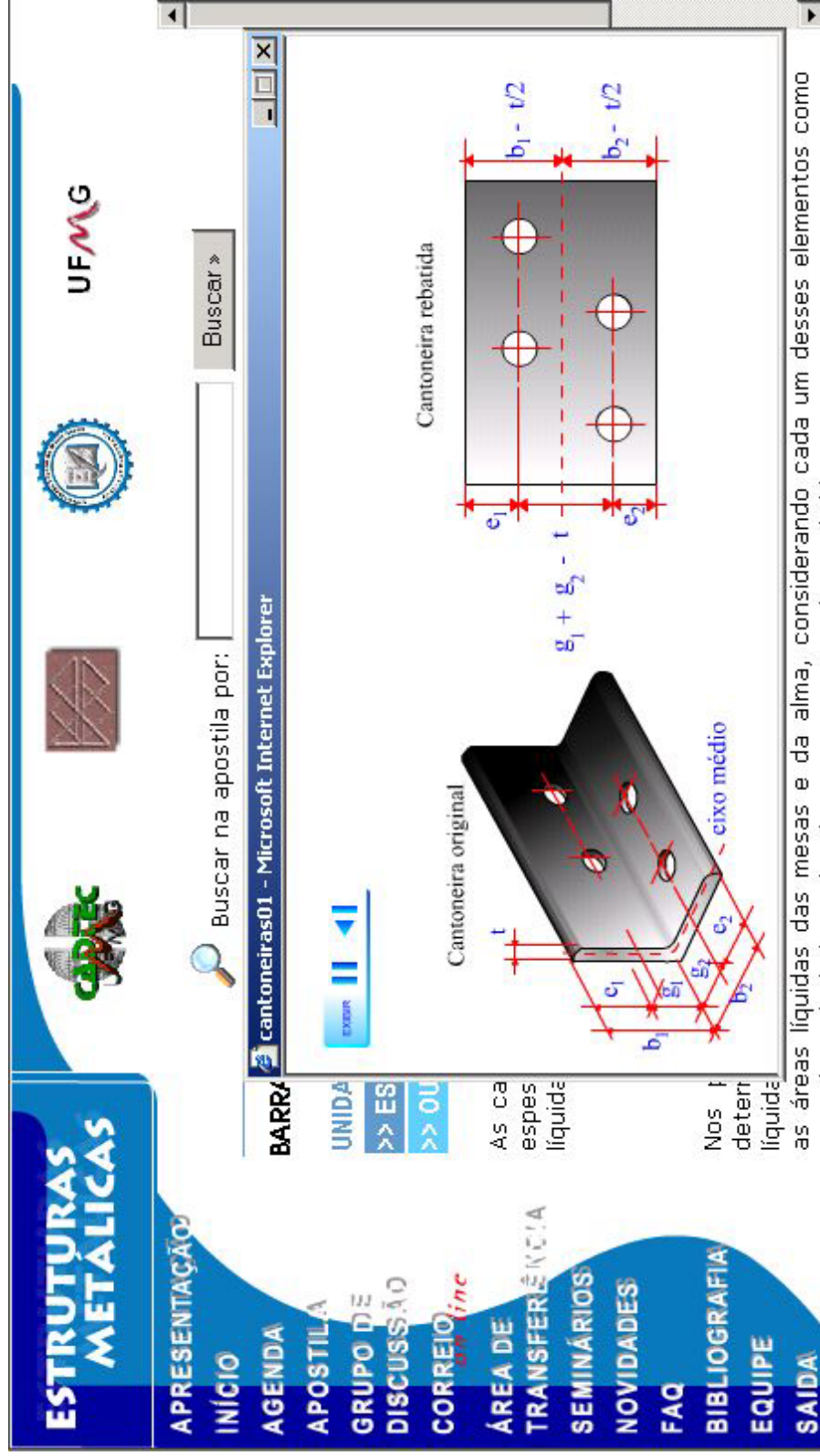


FIGURA 16 – Animação – Modelo das Janelas

The screenshot displays the 'Estruturas Metálicas' website. The top navigation bar includes the title 'ESTRUTURAS METÁLICAS' and a list of menu items: APRESENTAÇÃO, INÍCIO, AGENDA, APOSTILA, GRUPO DE DISCUSSÃO, CORREIO *on line*, ÁREA DE TRANSFERÊNCIA, SEMINÁRIOS, NOVIDADES, FAQ, BIBLIOGRAFIA, EQUIPE, and SAÍDA. The main content area features the UFMG logo, a search bar with the text 'Buscar na apostila por:' and a 'Buscar »' button, and a section titled 'BARRAS TRACIONADAS' with 'UNIDADE I' below it. A blue horizontal bar separates the navigation from the evaluation section, which contains the text 'Você agora está em condições de se submeter a uma avaliação.' and 'Avalie o seu aprendizado antes de passar para o próximo módulo.' accompanied by a pencil icon.

FIGURA 17 – Avaliação – Sugestão de Leitura Complementar

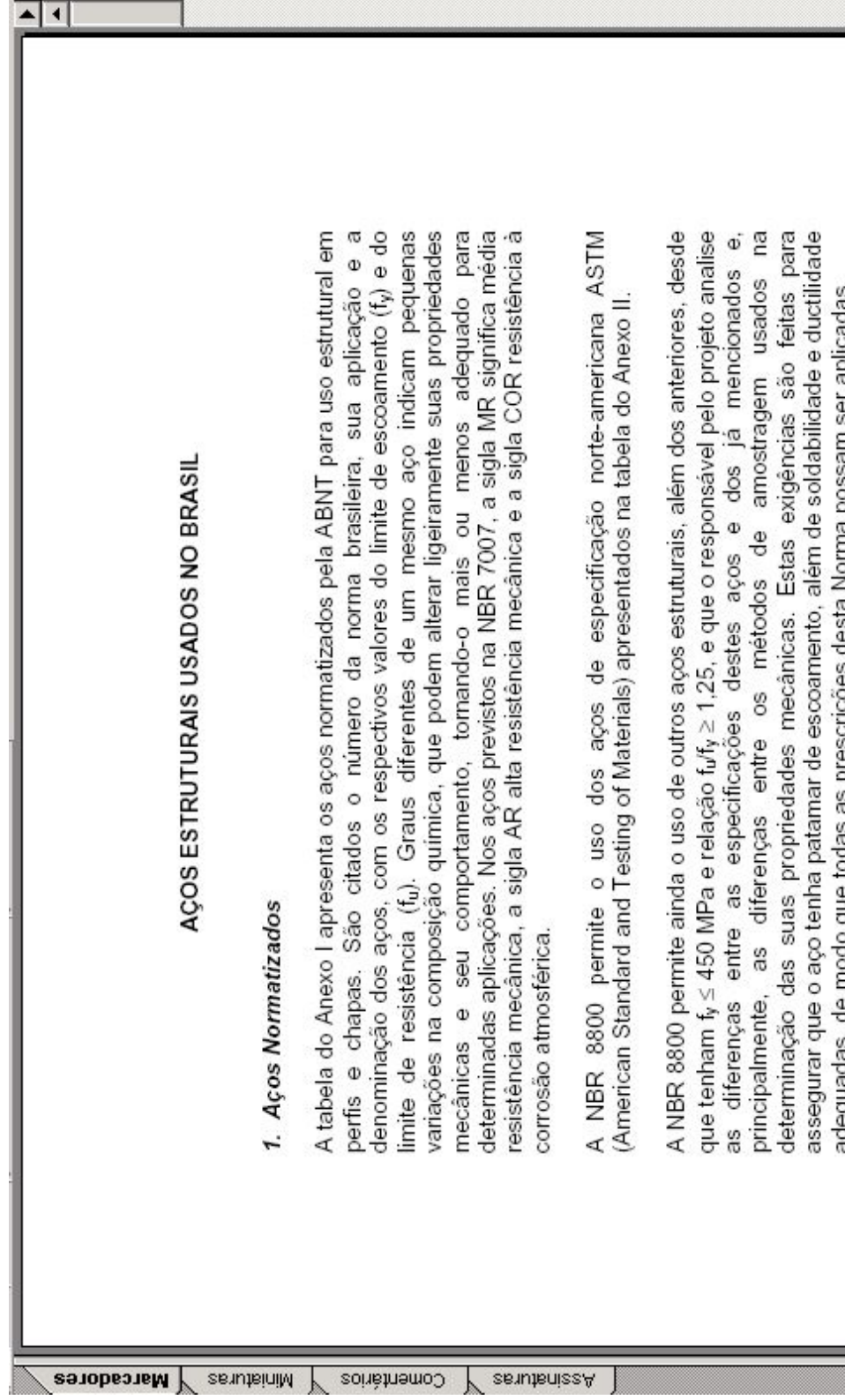


FIGURA 18 – Texto Complementar – Modelo de Documento(PDF)

The screenshot shows a web interface for a discussion group. At the top, there is a navigation menu with links: APRESENTAÇÃO, INÍCIO, AGENDA, APOSTILA, GRUPO DE DISCUSSÃO (highlighted), CORREIO *on line*, ÁREA DE TRANSFERÊNCIA, SEMINÁRIOS, NOVIDADES, FAQ, BIBLIOGRAFIA, EQUIPE, and SAÍDA. Below the menu, the header includes the 'ESTRUTURAS METÁLICAS' logo, a 'Grupo de discussão' icon, and logos for 'CDTEC' and 'UFMG'. The main content area is titled 'Grupo de discussão' and contains three buttons: 'Mensagens enviadas', 'Enviar nova mensagem', and 'Mudar de Grupo de Discussão'. A search bar labeled 'Procurar por:' is also present. A teal banner reads 'Grupo de Discussão: Estruturas Metálicas'. Below this is a 'Formulário para nova mensagem' section with fields for 'Nome' (filled with 'Rosalia Lima'), 'E-mail' (filled with 'rosalia@cadtec.dees.ufmg.br'), 'Cidade', and 'Estado'. There is a checkbox for 'Lembrar meus dados'. The bottom section is for the message itself, with fields for 'Assunto' and 'Mensagem'.

ESTRUTURAS METÁLICAS

APRESENTAÇÃO INÍCIO AGENDA APOSTILA **GRUPO DE DISCUSSÃO** CORREIO *on line* ÁREA DE TRANSFERÊNCIA SEMINÁRIOS NOVIDADES FAQ BIBLIOGRAFIA EQUIPE SAÍDA

Grupo de discussão

[Mensagens enviadas](#) [Enviar nova mensagem](#) [Mudar de Grupo de Discussão](#)

Grupo de Discussão: Estruturas Metálicas

Formulário para nova mensagem

Nome **E-mail**

Cidade **Estado**

☐ Lembrar meus dados

Assunto

Mensagem

FIGURA 19 – Página do Grupo de Discussão

ESTRUTURAS METÁLICAS

APRESENTAÇÃO

INÍCIO

AGENDA

APOSTILA

GRUPO DE DISCUSSÃO

CORREIO *on line*

ÁREA DE TRANSFERÊNCIA

SEMINÁRIOS

NOVIDADES

FAQ

BIBLIOGRAFIA

EQUIPE

SAÍDA






Troca de mensagens on-line

Mensagens recebidas

Mensagens enviadas

Nova mensagem

Usuários

	Assunto	Remetente	Data
	Nova msg	Augusto	22/7/2002 17:23:51
	Re: Novidade - Correio on line	José	22/7/2002 18:51:51

FIGURA 20 – Ferramenta de Troca de Mensagens Online

The screenshot displays a web browser window with the title "ESTRUTURAS METÁLICAS". The page features a blue header with the title and a navigation menu on the left. The main content area is titled "Downloads" and contains a paragraph explaining the purpose of the section. Below the text, there are two download links: "Guia Didático do Curso" and "Apostila Impressa". At the bottom, there is a section titled "TEXTOS COMPLEMENTARES" with a link to "AÇOS ESTRUTURAIS USADOS NO BRASIL".

ESTRUTURAS METÁLICAS

APRESENTAÇÃO
INÍCIO
AGENDA
APOSTILA
GRUPO DE
DISCUSSÃO
CORREIO *on line*
ÁREA DE TRANSFERÊNCIA
SEMINÁRIOS
NOVIDADES
FAQ
BIBLIOGRAFIA
EQUIPE
SAÍDA

UFMG

CDTEC

Downloads

Esta seção é destinada ao download (cópia) de arquivos de textos, apostilas e outros materiais relevantes a formação no Curso Barras Tracionadas em Estruturas Metálicas.

[Guia Didático do Curso](#)

[Apostila Impressa](#)

Estruturas Metálicas I - Módulo I - Barras Tracionadas retirada do texto elaborado pelo Prof. Dr. Ricardo Hallal Fakury

TEXTOS COMPLEMENTARES

[AÇOS ESTRUTURAIS USADOS NO BRASIL](#)

Texto extraído da apostila de Estruturas Metálicas I do Prof. Dr. Ricardo Hallal Fakury

FIGURA 21 – Página da Área de Transferência – Download



FIGURA 22- Seminários

NBR 6673/1981 - Produtos Planos de Aço - Determinação das Propriedades Mecânicas à Tração

Esta norma prescreve o método de ensaio de tração de produtos metálicos planos de qualquer espessura, ressalvado o fato de que o alongamento sofre variação considerável com a espessura.

Terminologia Específica

F_m - maior carga suportada pelo CP até a ruptura;

$\sigma_t = F_m/S_o$ - onde S_o é a área da seção reta inicial;

σ_{es} - tensão no ponto onde se inicia o escoamento, este é o primeiro máximo obtido durante o escoamento;

σ_{ei} - menor valor da tensão durante o escoamento, não computado o efeito transitório inicial;

$a_e = \Delta L/L_0$ - alongamento específico expresso em percentagem, sendo ΔL a diferença entre marcas num dado instante do ensaio e o comprimento inicial L_0 .



FIGURA 23 – Ensaio de Tração em Corpo de Prova – Norma



No relatório do ensaio deve constar: número da norma de referência; identificação do material ou produto ensaiado; critérios de amostragem; características e quantidade de corpos de prova; tensões determinadas, arredondadas a 1 MPa; módulo de elasticidade, quando determinado; alongamento percentual; coeficiente de estricção; condições do ensaio; responsável, local e data.

O limite de resistência à tração é dado pelo quociente da carga máxima suportada pelo corpo de prova tracionado até a ruptura (F_m), pela área da seção reta inicial (S_0).



FIGURA 24 – Ensaio de Tração – Vídeo

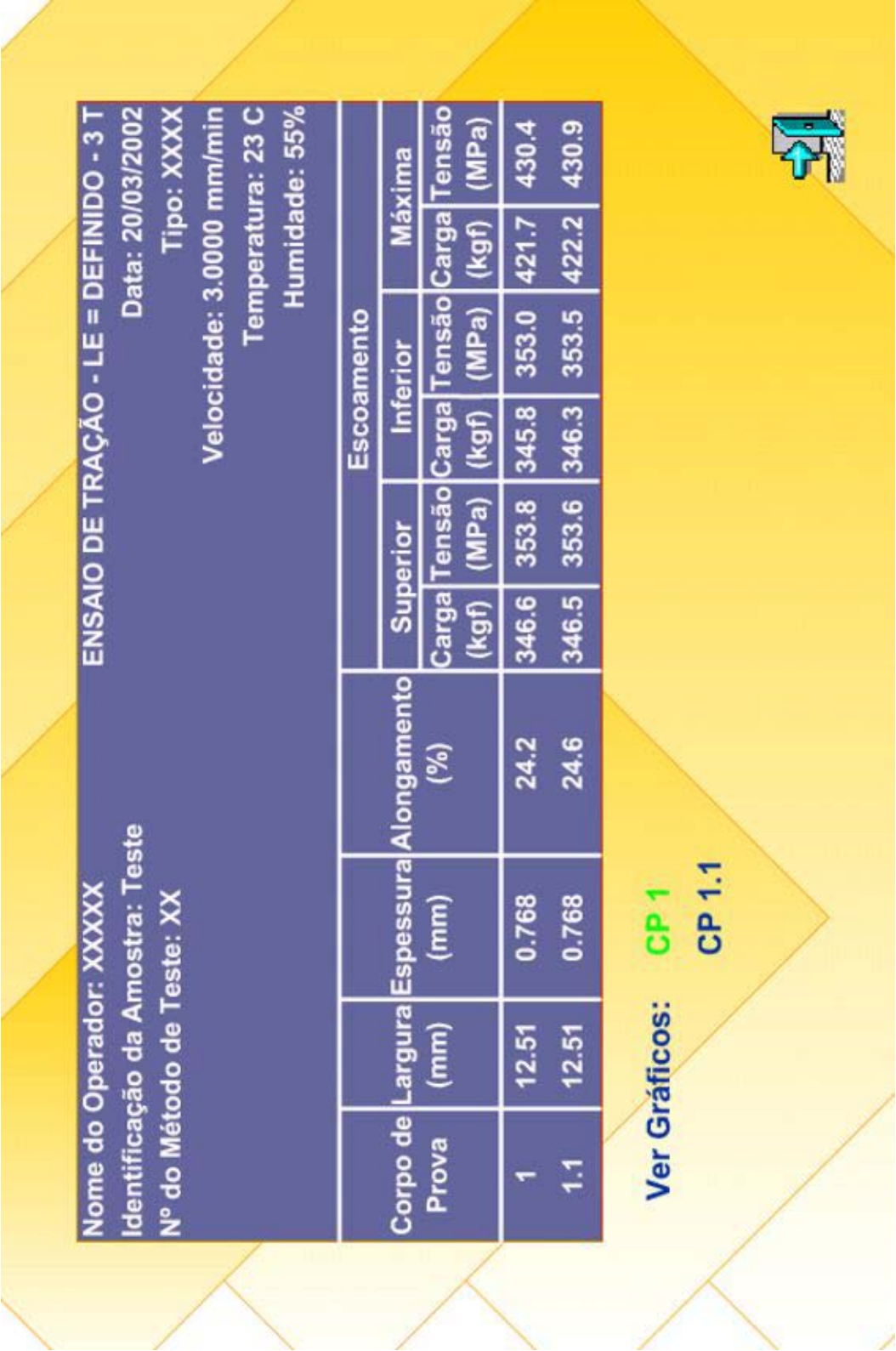


FIGURA 25 – Ensaio de Tração – Resultados



FIGURA 26 – Espaço denominado Novidades



FIGURA 27 - FAQ - Perguntas Mais Frequentes

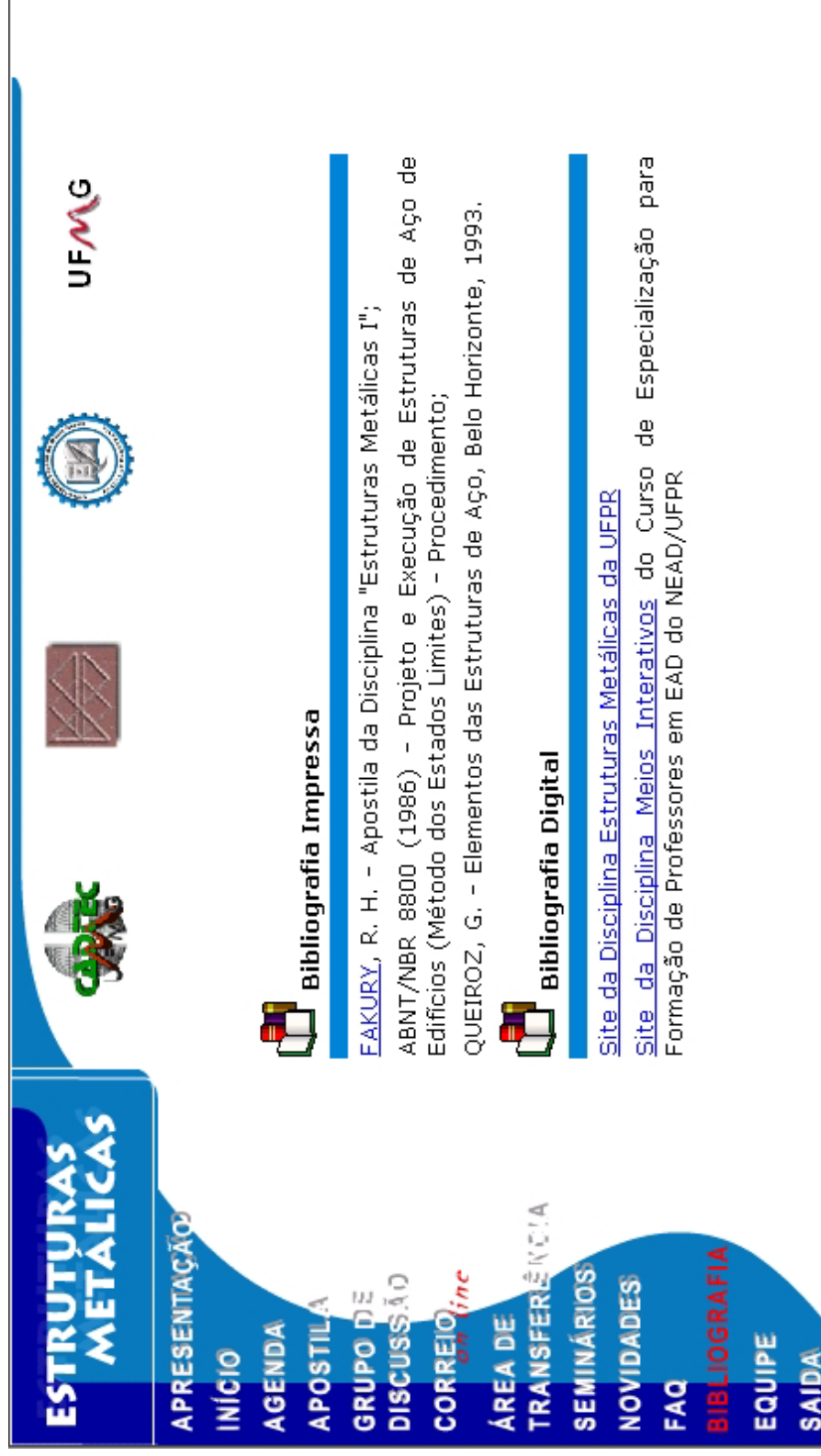


FIGURA 28 – Bibliografia do Curso

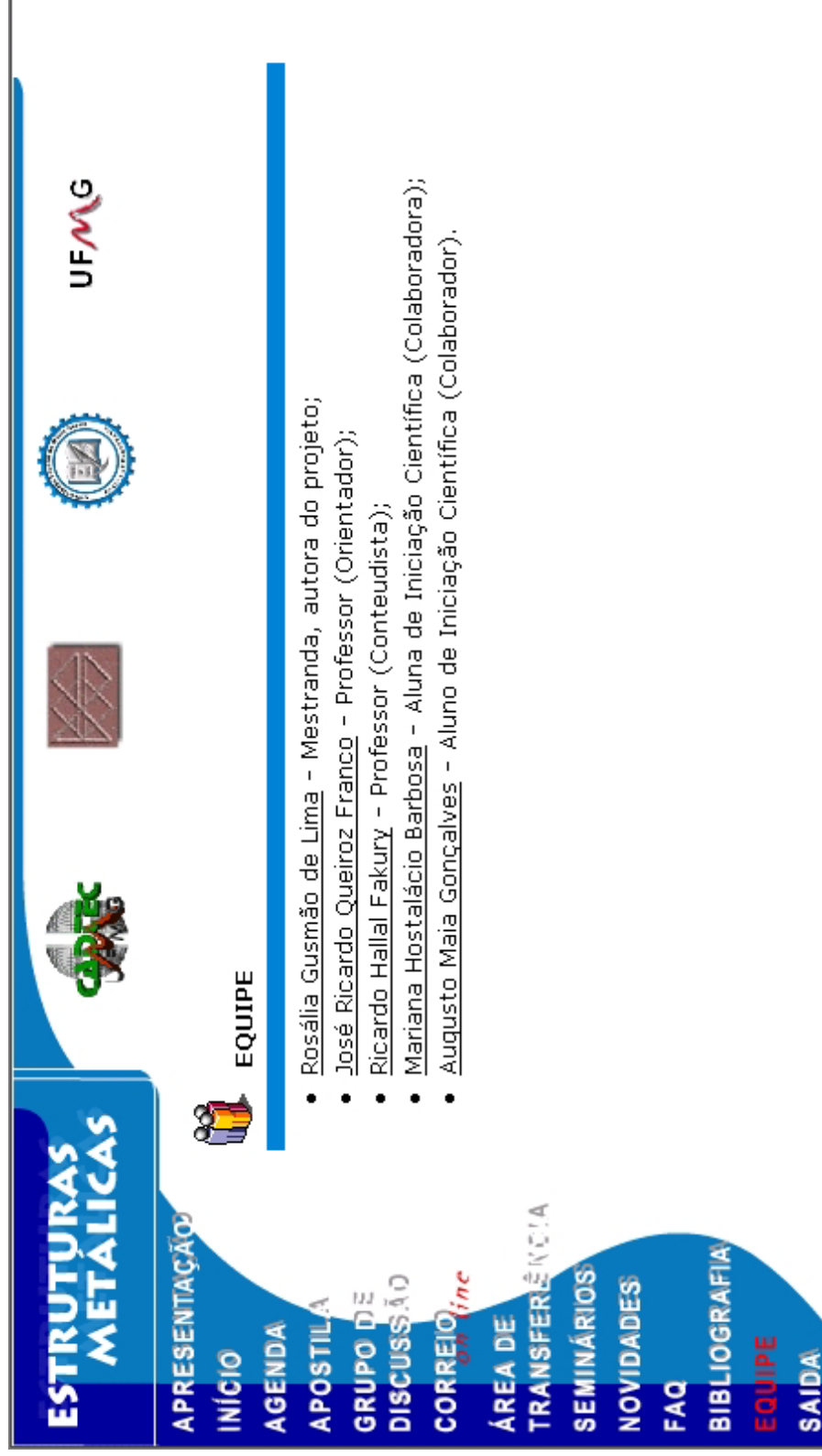


FIGURA 29 – Página de Apresentação da Equipe de Desenvolvimento

Núcleo de Ensino a Distância do CADTEC

Bem vindo ao Núcleo de Ensino à Distância do CADTEC

Acesso ao NucleoEAD

Login

Senha

☐ Permanecer logado

Acessar

Flash

Faça download do plugin Flash Player para visualizar nossos recursos de multimedia.

GET FLASH

DEES

CAPES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

início

cursos online

seminários

grupos de discussão

matrículas

meus dados

outros links

ajuda

troca de mensagens online

sair

FIGURA 30 – Página de Saída do Curso – Retorno ao Núcleo EAD

b) Elaboração de Animações e Vídeos

As animações foram idealizadas com base nos fenômenos tratados no texto base, e elaboradas em Flash 5. Os vídeos foram feitos e compactados pela autora deste estudo, de forma bem amadora.

As figuras a seguir mostram o modelo de gifs animados (FIG. 31), imagens estáticas (FIG. 32), e das animações (FIG. 33).



FIGURA 31 – Vibração de Grande Intensidade – Gif Animado

6.1.4 Implantação

a) Disponibilização do Curso – Realização de Testes

O curso, resultado deste trabalho, está disponível em <http://www.cadtec.dees.ufmg.br/nucleoad>.

Uma vez revisados todos os elementos constituintes deste estudo, pretende-se disponibilizar o curso, inicialmente, para os alunos da disciplina de Estruturas de Aço do curso de graduação da UFMG.

b) Avaliação dos Recursos Oferecidos

Esta é uma fase imprescindível que deverá ser realizada a seguir. Propõe-se fazer uma validação do projeto, através de um teste de aceitação dos usuários (alunos, professores, tutores e administradores). O objetivo principal desta validação é elaborar uma versão final do produto com vistas à continuidade do projeto, considerando os pontos insuficientes apontados nesta análise. Para a realização deste processo de avaliação foram elaborados formulários, apresentados no Anexo B, a serem preenchidos (respondidos) pelos usuários do ambiente.

c) Aceitabilidade

Uma equipe de teste estará utilizando-se deste curso como ferramenta adicional à disciplina presencial na UFMG. A eles será solicitado o preenchimento de um instrumento de avaliação, considerando as dimensões do instrumento como propõe BORGES (1998).

- Pelos Alunos

Os instrumentos elaborados para os alunos consideram questões relativas à qualidade visual da interface, elemento crítico do processo ensino-aprendizagem e de aceitação do curso propriamente dito.

- Pelos Tutores e Professores

Para avaliação pelos professores, as questões serão sobre a natureza dos objetivos e da consistência do conteúdo, e sobre a qualidade da interface no que diz respeito à linguagem e ao enfoque pedagógico.

Para a realização desta etapa propõe-se formulários distintos para cada um dos elementos do processo ensino-aprendizagem mediado: alunos, professores e tutores. Os modelos destes formulários, que direcionam a pesquisa de aceitação aos itens que se pretende avaliar, encontram-se detalhados na próxima seção.

6.2 Os Instrumentos de Avaliação

O caminho percorrido para alcançar os objetivos de um processo de ensino-aprendizagem, como a valorização de todas as atividades humanas, não importando a sua finalidade, precisam de monitoramento. A intenção deste acompanhamento pode ser a finalização de um resultado, um rendimento de tarefa ou para realimentar o sistema, descobrindo falhas, lacunas e deficiências do processo para tomar decisões que promovam a melhoria deste processo ou produto.

Os instrumentos de avaliação apresentados nas próximas sub-seções pretendem orientar o processo, ajudando a superar as dificuldades que se apresentam durante as etapas do estudo.

6.2.1 Avaliação da Aprendizagem

Um dos objetivos deste processo de avaliação é conhecer os pontos em que o aluno não está atingindo os objetivos propostos. Através da avaliação de aprendizagem que se obtém informações sobre o aluno e a qualidade de sua aprendizagem, integrada ao processo formativo, sistemático e contínuo.

Segundo (TELLES & ARREDONDO, 2001) uma avaliação de caráter formativo adequada poderá resultar em: ajuste dos objetivos e conteúdos; diagnóstico das situações, das possibilidades e limitações dos alunos; servir de guia para o professor certificar-se sobre o rendimento dos alunos e as previsibilidades desviadas do itinerário formativo; seleção e adequação dos conhecimentos às necessidades sociais; motivação dos alunos e professores; previsão de resultados; informação e orientação aos alunos quando ocorram equívocos ou falhas, lacunas e limitações nas aprendizagens; promoção de investigação científica; fundamentação da inovação educativa – provar a eficácia de novos métodos ou estratégias didáticas; e a promoção da informação além do docente – o aluno conhece suas deficiências e/ou progressos e, portanto, sabe como fixar suas aprendizagens.

Para que uma avaliação apresente resultados concretos ela deve ser planejada e elaborada considerando as etapas a seguir: recompilação sistemática; recolhimento de informações ao longo do processo completo, utilizando os instrumentos adequados de medida; pontuação dos exames – medição quantitativa ou qualitativa dos diferentes blocos de informações; juízo de valores ou qualificação, que pode referir-se a critérios de superação, a possibilidades e limitações do sujeito ou consideradas em relação ao grupo; a última das etapas, a tomada de decisões, que traz consigo uma série de consequências de cunho pessoal, administrativo, econômico e didático. Após o cumprimento das etapas anteriormente citadas o discente deve ser informado do seu rendimento no processo.

Uma avaliação bem elaborada tem como funções: ajustar os objetivos e conteúdos (o que avaliar?); diagnosticar as situações; certificar o professor do rendimento de seus alunos e das previsibilidades desviadas do itinerário formativo; adequar os

conhecimentos às necessidades sociais; motivar alunos e professores; prevenir resultados para atuação imediata, facilitando o êxito e excluindo o fracasso; informar e orientar os alunos; promover a investigação científica; inovar os processos educativos; e promover a informação além do docente.

Na EAD a avaliação de aprendizagem não deve se limitar a conhecimentos e sim valorizar os objetivos relacionados a: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese, competências e habilidades, procedimentos e normas técnicas, atitudes e valores pessoais e sociais. Inicialmente ela tem caráter diagnóstico, permitindo conhecer as possibilidades e limitações de cada aluno. Ao longo do curso tem-se a avaliação de processo ou contínua. E ao final do curso, como consequência lógica da avaliação contínua e sistemática tem-se a avaliação final com o objetivo de certificar a aptidão ou não do aluno.

A realização das atividades propostas ao longo do curso **Barras Tracionadas** servirá para o aluno testar se apreendeu os conceitos relativos a cada unidade, permitindo-lhe avaliar a necessidade de rever o conteúdo. Este instrumento de avaliação é constituído por exercícios de auto-avaliação resolvidos à distância com correção automática. A Figura 25 apresenta como modelo um exercício de avaliação da primeira unidade, o uso de scripting permitiu adicionar ao exercício interatividade.

Determine em centímetros a largura líquida da chapa de 450x12,5 mm, mostrada na figura abaixo, considerando que os parafusos têm diâmetro igual a 16 mm.

- Cálculo da largura líquida

Identifique a fórmula correta para a determinação da largura líquida.

- ☐ $b_n = d_n - \sum b_g + \sum (s_i^2 / 4 g_i)$
- ☒ $b_n = b_g - \sum d_n + \sum (s_i^2 / 4 g_i)$
- ☐ $b_n = b_g - \sum d_n + \sum (g_i^2 / 4 s_i)$

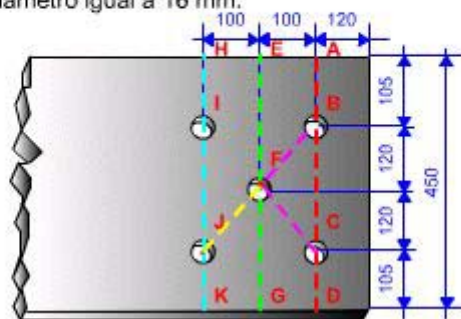


FIGURA 34 – Interface do Exercício de Avaliação da Unidade I

6.2.2 Avaliação do Material Didático

Para adequar as necessidades da clientela, não deixando de cumprir com os objetivos pedagógicos estabelecidos, será realizada uma avaliação contínua e permanente do material didático disponibilizado no curso. Esse procedimento servirá de embasamento para a tomada de decisões referentes aos ajustes, mudanças e reedições deste material.

Esta modalidade oferece facilidade de atualização da informação e elaboração de novos conteúdos. A produção do material requer tempo, investimentos e pessoal qualificado. No entanto, a distribuição deste material é fácil e bastante econômica.

Os instrumentos desta avaliação foram desenvolvidos considerando-se dois tipos de usuário: alunos e professores. Ao primeiro grupo de examinadores foi elaborado um questionário envolvendo os aspectos relativos à aceitação do curso e à qualidade visual da interface. Os docentes estarão examinando os requisitos mínimos de desempenho, a natureza dos objetivos e da consistência do conteúdo, e a qualidade da interface com relação à linguagem e ao enfoque pedagógico. A metodologia adotada para a validação deste produto e para pesquisa de aceitação do mesmo, tem como base a avaliação criteriosa sobre a relevância, suficiência e adequação do curso como um todo. Os modelos dos formulários de avaliação do material didático encontram-se no Anexo B.

6.2.3 Avaliação da Tutoria

Os serviços de tutoria serão realizados através da Internet, por meio do correio eletrônico convencional, pelo correio online e através do Grupo de Discussões. Sabe-se que este profissional tem papel fundamental no andamento dos estudos individuais e do grupo, pois ele deve motivar a discussão, a troca de informações e a pesquisa. Utilizando-se dos meios eletrônicos para estabelecer contato com os alunos, ele deve estimular o estudo constantemente e oferecer condições para o entendimento do conteúdo. Basicamente, as questões de avaliação da tutoria irão tratar do tempo de resposta a dúvidas e questionamentos, da acessibilidade e receptividade do tutor e da

qualidade do serviço no que diz respeito à motivação. No Anexo B é apresentado o modelo do questionário de avaliação da tutoria.

ARREDONDO (1998) indica os seguintes procedimentos para explicitar o papel do tutor: atuar como mediador; conhecer a realidade de seus alunos nas dimensões pessoal, social, familiar, escolar etc.; saber ouvir, ser empático e manter uma atitude de cooperação; oferecer experiências de melhoria de qualidade de vida, de participação, de tomada de consciência; demonstrar competência individual e de equipe para analisar realidades, formular planos de ação coerentes com os resultados de análises e de avaliação; identificar suas capacidades e limitações para atuar de forma realista com visão de superação; possibilitar a comunicação entre os diferentes níveis de pessoas, de coletivos; utilizar com habilidade e competência estratégias psicopedagógicas e técnicas diversificadas, bem como alternativas de previsão, conhecimento e intervenção nos âmbitos e locais adequados.

6.3 O Aplicativo Didático - TracBAR

Definida a finalidade de uso do aplicativo, foram selecionados os tipos de perfil a serem tratados por ele e as informações inerentes a cada um. Com a definição das variáveis em questão, foi desenvolvido um algoritmo simplificado de cálculo, com base nas determinações da NBR 8800(1986) apresentadas no texto base (Anexo A), implementado em *ActionScript*, no Flash 5.

O desenho das telas foi criado com o objetivo de oferecer uma interface clara e intuitiva. Para auxiliar no preenchimento dos dados, um texto informativo aparece no quadro branco situado na parte inferior da tela conforme o posicionamento do cursor em cada um dos campos. Como resultados da análise são apresentados: as áreas (bruta e líquida efetiva) e as resistências ao escoamento da seção bruta e a ruptura da seção líquida das barras analisadas.

Com o **TracBAR** é possível analisar e dimensionar barras tracionadas com seções transversais dos seguintes tipos: chapa, cantoneira, barra redonda, perfis I e U. A escolha do perfil a ser estudado constitui a primeira seleção a ser realizada. Em seguida, deve-se escolher o tipo de estudo que será feito (análise ou dimensionamento). Para barra redonda não haverá possibilidade de escolha do tipo de ligação, uma vez que se tratando de tração este perfil será rosqueado. Para as demais seções será necessário escolher o tipo de ligação (soldada ou parafusada). De acordo com as opções, o usuário será conduzido a telas distintas com os campos para a inserção de dados necessários para o processamento dos cálculos.

O acesso ao aplicativo será realizado através da Área de Transferência, onde o usuário poderá fazer o *download* do executável para Windows ou executar através do navegador. A primeira opção permite o uso do aplicativo sem precisar estar conectado.

As próximas figuras apresentam as telas principais do **TracBAR**. Na FIG. 35 tem-se a identificação do aplicativo. A FIG. 36 apresenta a tela de seleção de perfis. As telas usuais de cálculo são mostradas na seqüência: FIG. 37 - análise de barras soldadas; FIG. 38 - análise de chapas e cantoneiras parafusadas; FIG. 39 - análise de perfis I e U

parafusados; FIG. 40 - análise de barras redondas rosqueadas; FIG. 41 - dimensionamento de barras tracionadas.

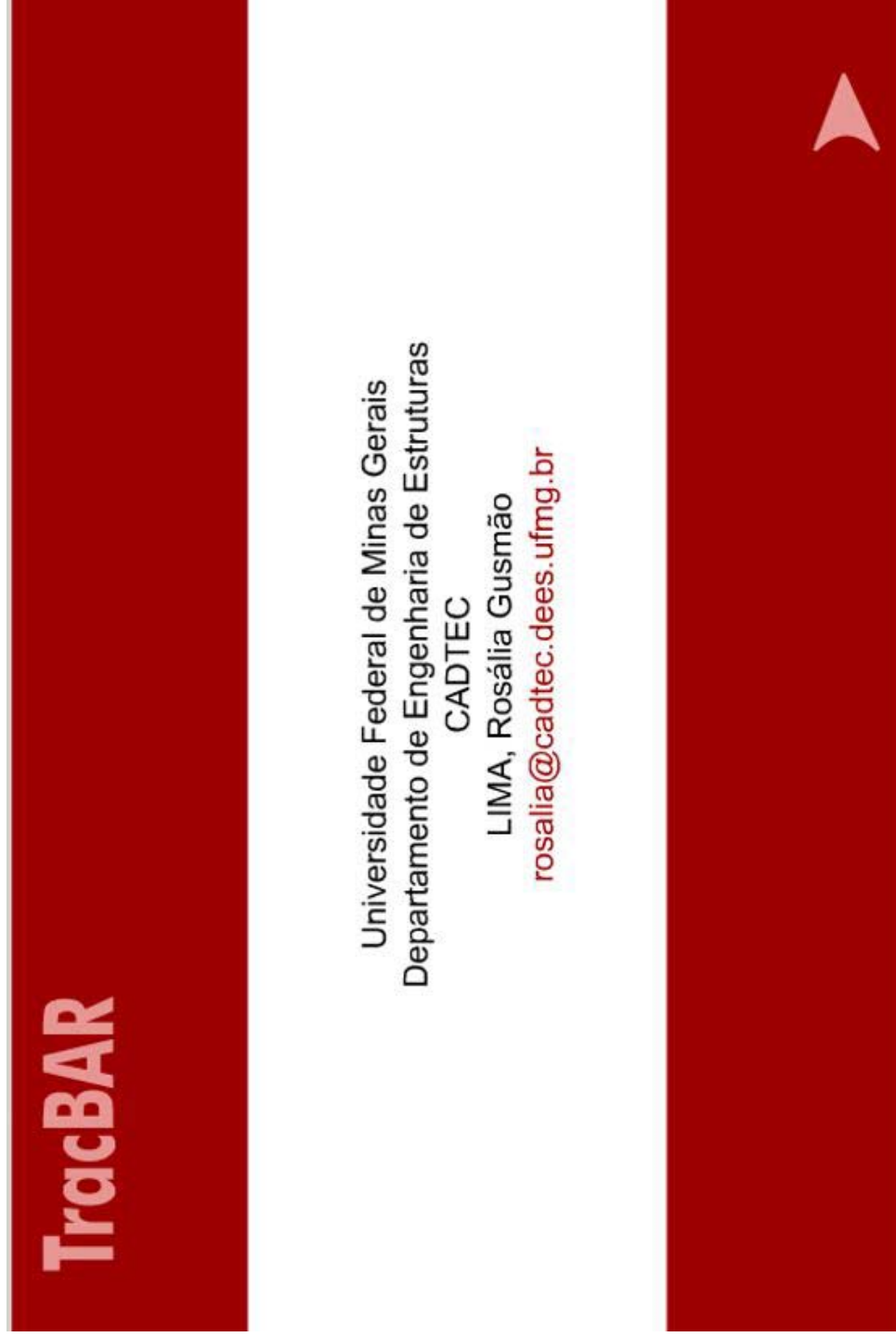


FIGURA 35 - Apresentação do Aplicativo TracBAR

Selecione o tipo de perfil



FIGURA 36 – Tela de Seleção do Perfil da Barra em Estudo

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]

Aço

ASTM A-36

f_y

250.00

MPa

f_u

400.00

MPa

Carregamento Atuante

N_d

500

kN

Ligação

☒ Soldada
 ☐ Parafusada

Ct

1.00

0.90

0.85

0.75

Seção Transversal

Perfil U

b

mm

t_f

mm

a

mm

Calcular

Limpar

Voltar

Menu

Sair

Forneça a solicitação normal de tração atuante na barra.

FIGURA 37 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Soldadas

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]

Aço

ASTM A-570(G40)

f_y

280.00

MPa

f_u

380.00

MPa

N_d

650

kN

Carregamento Atuante

Ligação

☐ Soldada
 ☒ Parafusada

Seção Transversal

Cantoneira

L

50.8

mm

e

3.18

mm

Linhas de Ruptura

Linha 1:

bn

78.42

mm

Linha 2:

Nº de parafusos

4

diâmetro

segmentos diagonais

sim / não

Ct

1.00

1.00

0.90

0.85

0.75

L2x1/8

Calcular

Limpar

Voltar

Sair

Menu

Editor Linhas

Selecione o valor do coeficiente Ct para a barra analisada.

FIGURA 38 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Parafusadas – Chapas e Cantoneiras

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]

Aço

f_y

250.00

MPa

f_u

400.00

MPa

Carregamento Atual

N_d

1000

kN

Ligação

☐ Soldada
 ☐ Parafusada

Ct

1.00

Seção Transversal

Perfil U

U2x1x1/8

b

25.4

mm

tf

3.18

mm

a

25.4

mm

tw

3.18

mm

Linhas de Ruptura

Mesas do Perfil

Nº de Parafusos:

Diâmetro dos Parafusos:

Selecione o perfil.

Menu

Sair

FIGURA 39 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Parafusadas – Perfis I e U

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]

Aço

ASTM A-36

f_y

250.00

MPa

f_u

400.00

MPa

Carregamento Atuante

N_d

1000

kN

Seção Transversal

Barra Redonda

D

mm

6.35mm

7.94mm

9.53mm

12.70mm

15.88mm

19.05mm

22.23mm

25.40mm

31.75mm

38.10mm

50.80mm

63.50mm

69.85mm

76.20mm

88.90mm

Selecione o perfil.

Limpar

Calcular

Menu

Sair

FIGURA 40 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Barras Redondas Rosqueadas

análise

dimensionamento

Propriedades do Aço [MPa]		Carregamento Atuante	
Aço	f_y 250.00 MPa	f_u 400.00 MPa	N_d 600.00 kN

Escolha do Perfil

A_p 30.77 cm² (área bruta necessária)

Seção Transversal

Barra Redonda

D 50.8 mm

A_p 20.27 cm² (área bruta do perfil escolhido) **X Escoger Nova Perfil**

Voltar

Menu

Sair

FIGURA 41 – Tela de Cálculo do Aplicativo – Dimensionamento de Barras

6.4 A Administração e Tutoria do Curso

Área de uso restrito dos administradores e tutores do curso, indisponível através do menu do curso e cujo acesso é limitado. Neste espaço é possível consultar a lista de alunos, enviar e-mails a um ou mais deles, verificar o aproveitamento deles, monitorar e controlar o uso do grupo de discussão e inserir novos exercícios de avaliação no banco de dados.

Este ambiente é de fundamental importância para o acompanhamento e orientação pedagógica, pois é através dele que são acessados os dados dos participantes do curso registrados em um banco de dados.

Tratando-se de comunicação dos tipos um-para-um e um-para-muitos, ou seja do tutor ou administrador para um ou mais alunos, o envio de correio eletrônico convencional pode ser feito através da página apresentada na FIG. 42. Esta ferramenta permite que sejam selecionados os integrantes do grupo que devem receber determinada mensagem.

O Grupo de Discussão é uma ferramenta excepcional para promover a interação do grupo e motivar o trabalho em equipe. No entanto, é fundamental que o tutor estabeleça uma posição de mediador do processo excluindo as mensagens que não digam respeito ao assunto ou que possam produzir discussão indevida. Na FIG. 43 pode-se visualizar a página onde são feitos os controles do Grupo de Discussão.

As avaliações de aprendizagem são armazenadas em um banco de dados. Para cada unidade cinco exercícios foram elaborados, dando ao aluno a possibilidade de rever os conceitos e refazer um novo exercício, selecionado aleatoriamente neste banco de dados. Para alimentar este banco de dados foi criada uma página de envio de questões ao banco, que é ilustrada na FIG. 44.

Alunos do NucleoEAD

Gerenciamento do Cursos

Gerenciamento do Fórum

Seu perfil de usuário

Sair

Opções disponíveis para alunos

Listar todos os alunos

Listar por curso

Estruturas Metálicas

Lista de alunos do curso 'Estruturas Metálicas'

Listar todos ou somente interessados, matriculados ou com matricula em espera

* Data em que o usuário alterou seu status no curso (sem interesse, interessado ou matriculado). Se você selecionar para serem exibidos somente alunos matriculados, será exibida a data da matrícula, da mesma forma se selecionar interessados ou com matrícula em espera.

S.M. Aluno não matriculado (não está na tabela do curso, não tem *Último Acesso*, *Tempo sem acesso* e *Numero de Acessos*).

A.N.A. O aluno ainda não acessou o curso

Destacar alunos inativos há mais de 30 dias OK

	Nome	Data *	Ultimo acesso sem acesso (em dias)	Tempo	Numero de acessos
☐ [1]	Antonio Max José da Cruz	5/11/2002	5/11/2002	5	1
☐ [2]	Carolina		A.N.A.		0
☐ [3]	José Ricardo Queiroz Franco		4/11/2002	6	0
☐ [4]	Denata		5/11/2002	5	0

FIGURA 42 – Pagina de Administração do Curso – Lista de Alunos

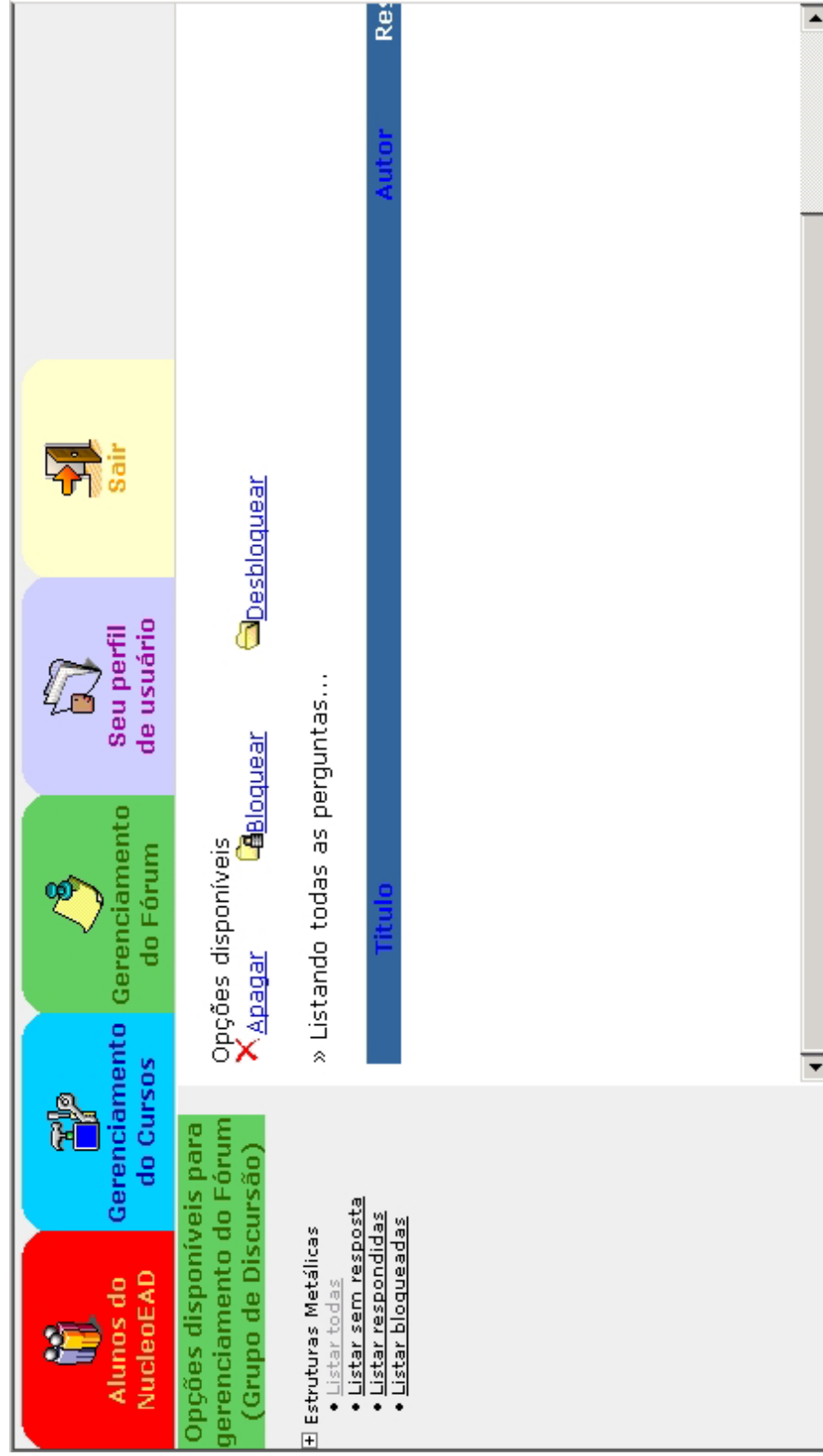


FIGURA 43 – Pagina de Administração do Curso – Controle do Grupo de Discussão

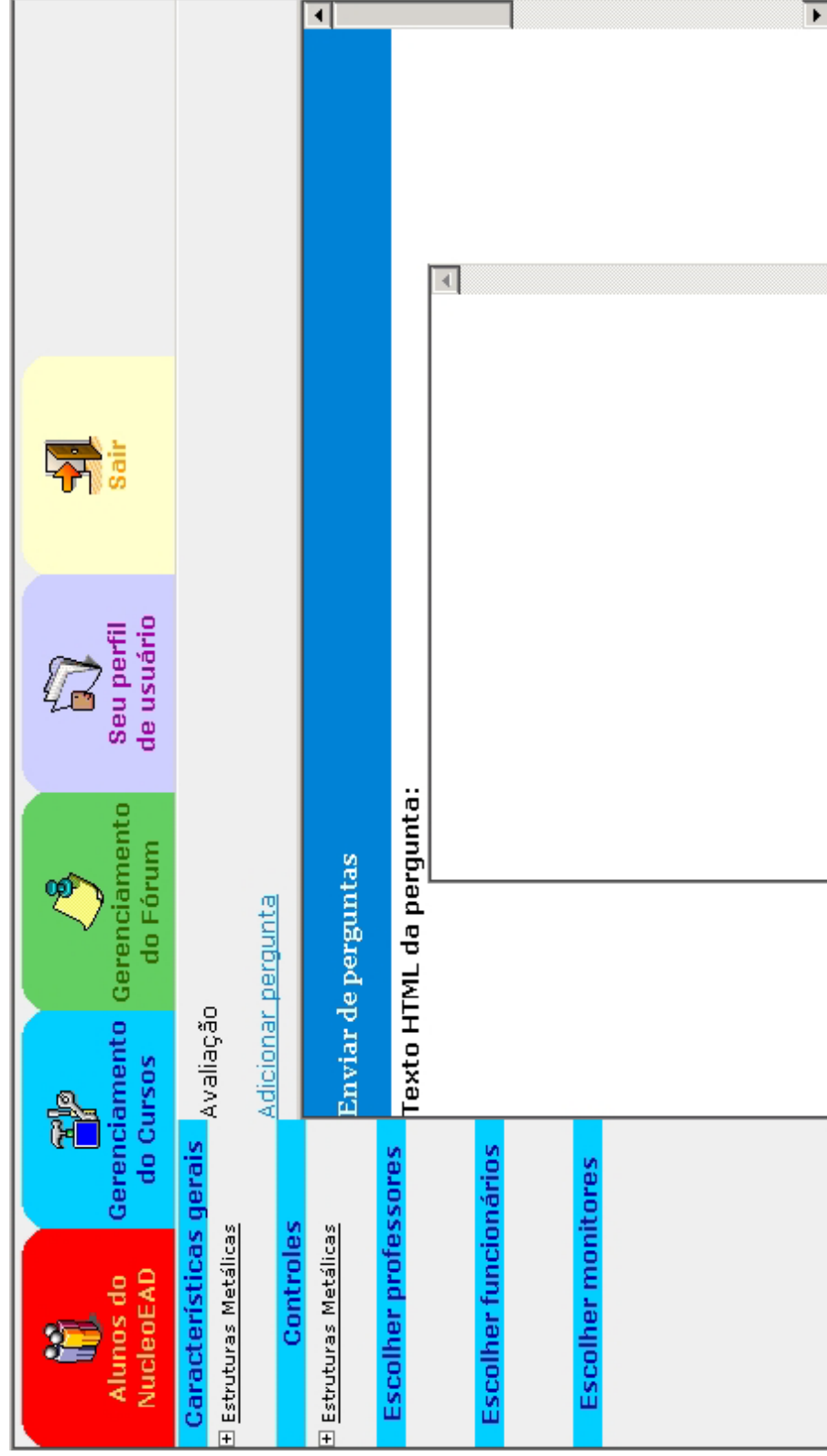


FIGURA 44 – Pagina de Administração do Curso – Ferramenta de Edição de Avaliação de Aprendizagem

7

CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

A EAD é uma modalidade de ensino que nos últimos anos vem se tornando imprescindível nas universidades brasileiras. Um número crescente de docentes tem se tornado adepto às transformações que a mediação do computador promove na educação. Com o propósito de tornar as aulas mais dinâmicas diversas formas de software educativo vêm sendo desenvolvidas, buscando fazer do aluno um sujeito mais ativo na construção do seu conhecimento. No entanto, para desenvolver aplicações em EAD é preciso eleger uma metodologia e planejar criteriosamente, pois destas dependem o sucesso do projeto.

É de grande importância constituir uma equipe multidisciplinar de trabalho. Profissionais das áreas de educação, informática, comunicação, artes, especialistas no assunto tema do projeto, têm muito a agregar nestes desenvolvimentos.

A etapa de testes / validação dos aplicativos disponíveis é essencial para a produção de uma versão final adequada aos objetivos pedagógicos e à aceitação dos futuros usuários. No entanto, estes testes não serão únicos e definitivos. Todo o processo deverá ser continuamente avaliado. Uma das grandes vantagens desta modalidade de ensino são os custos reduzidos com os ajustes quando comparados com àqueles meios (impressos) geralmente utilizados no ensino tradicional (presencial).

Espera-se que, a partir deste trabalho inicial, a meta global do projeto, que é a produção de conteúdo digital completo para o Curso de Estruturas de Aço possa ser atingida em futuro breve. Embora o conteúdo do presente projeto represente apenas uma porcentagem inicial de custos, as bases para o desenvolvimento foram lançadas. As tecnologias estudadas e os desenvolvimentos implementados para Barras Tracionadas podem ser perfeitamente aprimorados e acrescidos de novas tecnologias para serem aplicadas nos diversos tópicos do projeto global.

Segundo MORAN (2000) “caminhamos para formas de gestão menos centralizadas, mais flexíveis e integradas. [...] Os processos de comunicação tendem a ser mais participativos. [...] Os cursos serão híbridos no estilo, presença, tecnologias, requisitos. [...] Haverá uma integração maior das tecnologias e das metodologias de trabalhar com o oral a escrita e o audiovisual”. Portanto, a proposta para a educação hoje inclui o melhor da educação presencial com as novas formas de comunicação virtual.

Como proposta para futuros desenvolvimentos a complementação do conteúdo digital para o Curso Estruturas de Aço completo parece ser o caminho natural. O aprimoramento dos recursos e ferramentas implementadas e especialmente o aprofundamento e a continuação da pesquisa sobre tecnologias para produção de aplicações para Web são também atividades essenciais para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÉTIO, L. G. **Educación a Distancia Hoy**. UNED, Madrid: 1994.

ARREDONDO, S. C. **Acción Tutorial em los Centros Educativos**: formación y práctica. Madrid: UNED, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6673 – Produtos Planos de Aço – Determinação das Propriedades Mecânicas à Tração, Rio de Janeiro: 1981.

_____. NBR 8800 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios (Método dos Estados Limites) – Procedimento, Rio de Janeiro: 1986.

AZEVEDO, W. A educação online sem ilusões. **Gazeta Mercantil**. Ano III, n. 634, 3 de agosto de 2000.

_____. **A vanguarda (tecnológica) do atraso (pedagógico)**: Impressões de um educador online a partir do uso de ferramentas de courseware (SD).

BARRENNECHEA, C. A; LESSNAU, R. **A Educação a Distância na Universidade Federal do Paraná**: Novos Cenários e Novos Caminhos. Paraná: UFPR, 2001. Cap.7: Planejamento e Produção de Materiais Didáticos em Educação a Distância.

BORGES, P. R. T. Qualidade de software educacional: critérios para validação de treinamentos multimídia utilizados em educação à distância. **Tecnologia Educacional**, v. 26, n. 140, jan./fev./mar., 1998.

BRASIL. Decreto N.º 2494, de 10 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 80 da LDB (Lei N.º 9394, de 20 de dezembro de 1996). Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: < http://www.mec.gov.br/Sesu/ftp/dec_2494.doc > Acesso em: 6 de março de 2002.

BRASIL. Lei N.º 9394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF. Disponível em: <

<http://www.mec.gov.br/home/legislacao/default.shtm#leis> > Acesso em: 6 de março de 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Jornada de trabalhos de informática na educação**: subsídio para políticas. Florianópolis, 1987. Relatório Final.

BRASIL. Portaria N.º 2253, de 18 de outubro de 2001. Dispõe sobre a oferta de disciplinas não presenciais em cursos presenciais reconhecidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 out. 2001. Seção 1 p. 18. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/p2553.doc> > Acesso em: 6 de março de 2002.

BRASIRC – **Rede Brasileira de IRC**. Traz a lista de servidores, software e scripts para download, services, segurança e mais. Disponível em: < <http://www.brasirc.net> > Acesso em: 20 de dezembro 2002.

BURK, R.; LEE, T.; BLIGH, M. **TCP/IP Blueprints**. USA: Sams Publishing, 1997.

CHAVES, E.C. **Multimídia – conceituação, aplicação e tecnologia**. Campinas: People Computação, 1991.

DELORS, J. **Educação**: um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, 1997.

FAKURY, R. H. – Estruturas de Aço I. 2001. Apostila – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FOURNIER, R. **A Methodology for Client/Server and Web Application Development**. 1. ed. New Jersey, USA: Yourdon Press, 1999. 648 p.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente**: A teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

IUVB - **UNIVERSIDADE VIRTUAL PÚBLICA DO BRASIL**. Apresenta notícias sobre eventos em EAD, informações sobre cursos e recursos didáticos. [Dispõe de uma livraria com](http://www.iuvb.edu.br/br/) entrega em domicílio, uma biblioteca virtual e de uma revista online. Disponível em: < <http://www.iuvb.edu.br/br/> > Acesso em: 28 de agosto de 2002.

LAMPERT, D. O professor universitário e a tecnologia. **Tecnologia educacional**. v. 29, n. 14, jul./ago./set., 1999.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. São Paulo: Papirus Editora, 2000.

MOTTA, M.C.S. **Software Educacional de Enfermagem em Puericultura: desenvolvimento e validação**. 2000. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, M.K. **Vigotski: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione. 1997.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

PERSONA, M. **Receita para manjar de escrever**. Crônicas de Negócios. Disponível em: < <http://www.mariopersona.com.br/cronicas.html> > Acesso em: 22 de abril de 2002.

ROMISZOWSKI, A. J. **Planejamento e Desenvolvimento de Multimídia e Hipermídia Educacionais**. São Paulo, Caderno de Textos, 1994.

STRUCHINER, M.; CORRÊA, N.; COSTA, J.B.S. **Hipermídia na Educação: princípios básicos para o desenvolvimento de material educativo**. Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES, 1997. 69 p.

TELLES, J. E. Q.; ARREDONDO, S. C. **A Educação a Distância na Universidade Federal do Paraná: Novos Cenários e Novos Caminhos**. Paraná: UFPR, 2001. Cap.6: Avaliação da Aprendizagem em Educação a Distância.

TOLENTINO, R. J. V. **Aplicações Web em XML: Estágio Atual e Tendências Futuras**. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, Belo Horizonte.

TOVAR, S. M.; ROSA M. B. S. **Psicologia da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Águaforte, 1990.

UNIREDE – **Universidade Virtual Pública do Brasil**. Apresenta informações sobre EAD, cursos disponíveis e instituições consorciadas. Disponível em: < <http://www.unirede.br/> > Acesso em: 28 de agosto de 2002.

VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed., São Paulo: Martins Fontes, 1998.

W3C - **World Wide Web Consortium**. Apresenta as normatizações da HTML e XML e suas revisões. Disponível em: < <http://www.w3.org> >. Acesso em: 20 de dezembro de 2002.

OBRAS CONSULTADAS

ABED - Associação Brasileira de Educação a Distância. Apresenta notícias e eventos sobre EAD. Disponível em: < <http://www.abed.org.br/> > Acesso em: 10 de abril de 2002.

ARÉLIO, L. G. **La Educación a Distancia y La UNED**. UNED, Madrid: 1996.

AUTODESK. **ObjectARX for AutoCAD 2000 Developer Guide**. USA: Autodesk Inc., 1999.

AUTODESK. **User's Guide for AutoCAD 2000**. USA: Autodesk Inc., 1999.

BORGES, O. et al. **A Educação a Distância na Universidade do Paraná – Novos Cenários e Novos Caminhos**. Curitiba: UFPR/ Ed. UFPR, 2001.

COSMOSOFTWARE. Disponibiliza ferramentas de ponta para criação de conteúdos para Web utilizando tecnologias tais como MetaStream, VRML e Java. A empresa distribui o visualizador Web VRML 2.0 pioneiro, Cosmo Player. Islandia, NY, USA. Disponível em: < <http://www.cai.com/cosmo/> > Acesso em: 18 de fevereiro de 2002.

DEITEL, H. M. & DEITEL, P. J., **Java Como Programar**. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEMO, P. **Desafios Modernos da Educação**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1993.

DEMO, P. **Questões para a Teleducação**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1998.

FLASHKIT. Site de Troca de Informações sobre Produção de HomePages e aplicativos em FLASH. Disponível em: < <http://www.flashkit.com/> > Acesso em: 22 de Julho de 2002.

FOLEY, J. D. et al. **Computer graphics: principles and practice**. 2ª Ed. Massachussets: Addison Wesley, 1990.

GALVEZ, J. **FLASH 5: Action Scripting em Português**. São Paulo: Érica, 2001.

GOMES, R. C. G. et al. **Comunicação Multidirecional – Um Ambiente de Aprendizagem na Educação a Distância**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

Grupo de Educação a Distância da **REMAV/BH2**. Disponível em: < <http://ead1.eee.ufmg.br/bh2/> > Acesso em: 22 de outubro de 2001.

Grupo Temático de Educação a Distância da **UNB**. Disponível em: < <http://www.mat.unb.br/ead/> > Acesso em: 22 de outubro de 2001.

HISTÓRIA da Internet. Artigo encontrado em busca eletrônica sobre histórico da Internet. Disponível em: < <http://www.geocities.com/sinopse/internet/histint.htm> > Acesso em: 31 de janeiro de 2002.

MACROMEDIA. **FLASH 5, ActionScript Reference Guide**. Macromedia Inc, 2000.

MACROMEDIA. **FLASH 5, Using Flash**. Macromedia Inc, 2000.

MEC – Secretaria de Educação a Distância. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/nivemod/educdist.shtm> > Acesso em: 6 de março de 2002.

MESQUITA, R., **Projeto Assistido por Computador**. 2001. Apostila – Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MONTENEGRO, F.; PACHECO, R. **Orientação a objetos em C++**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 1994.

MORAN, J. M. Como Utilizar a Internet na Educação. **Revista Ciência da Informação**, v. 26, n. 2, mai./jun./jul./ago., 1997.

PANTELIDIS, V. S., **Reasons to use Virtual Reality in Education**, june 1995. Disponível em: < <http://www.soe.ecu.edu/vr/reas.html> > Acesso em: 10 de Abril de 2002.

PRETTI, O. Educação a Distância: início e indícios de um percurso. **Educação a Distância: uma prática educativa mediadora e mediatizada**. Cuiabá (MT): NEAD/IE, UFMT, 1996.

QUEIROZ, G. **Elementos das Estruturas de Aço**. 4ª ed. Belo Horizonte: 1993.

REDE NACIONAL DE PESQUISA, **RNP2**. Conecta redes de pesquisa e educação em todo Brasil. Apresenta notícias, projetos, publicações etc. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: < <http://www.rnp.br> > Acesso em: 6 de março de 2002.

SCHÄFER, M. O Acesso ao Conhecimento Sob a Perspectiva Cognitivista. **Contexto & Educação**, Ijuí (RS): UNIJUÍ, ano IV, n. 14, 1998.

TELEMAR. História da Internet. Disponível em: < <http://www.telemar.com.br> > Acesso em: 31 de janeiro de 2002.

Teses sobre EAD e Tecnologias em Educação. O UOL apresenta uma série de trabalhos envolvendo os temas do título. Disponível em: < http://sites.uol.com.br/cdchaves/teses_em_ead.htm#hipermidia > Acesso em: 10 de Abril de 2002.

The International Distance learning Course Finder. Contém informações sobre mais de 55000 cursos à distância oferecidos por 130 países. Disponível em: < <http://www.dlcoursefinder.com/US/index.htm> > Acesso: 10 de Abril de 2002.

THE VRML CONSORTIUM, **The Virtual Reality Modelling Language**, 1997. Disponível em: < <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97> > Acesso em: 10 de Abril de 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Biblioteca Virtual. Disponível em: < <http://www.prossiga.br/edistancia/> > Acesso em: 10 de abril de 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Núcleo de Ensino a Distância**. Disponível em: < <http://www.nead.ufpr.br/> > Acesso em: 28 de Agosto de 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Projeto Java-Applets para Engenharia**. Disponível em: < <http://www.cesec.ufpr.br/~montanha/pesquisa.htm> > Acesso em: 28 de agosto de 2002.

UNIVERSITY CORPORATION FOR THE ADVANCED INTERNET
DEVELOPMENT, **Learningware.** Disponível em: <
<http://www.ucaid.org/html/learningware.html> > Acesso em: 10 de Abril de 2002.

WILLE, C. & KOLLER, C., **Aprenda em 24 horas Active Server Pages ASP.**
Campus, 1999

ANEXO A – CONTEÚDO DO CURSO

Texto Base

Autor: Prof. Dr. Ricardo Hallal Fakury

BARRAS TRACIONADAS

A.1. INTRODUÇÃO

As barras tracionadas aqui estudadas são aquelas solicitadas exclusivamente por força normal de tração. Nos edifícios com estrutura de aço, tais barras aparecem mais freqüentemente compondo tesouras e pilares treliçados e sistemas de contraventamento, ou ainda como tirantes e pendurais, conforme se vê na figura A.1, que ilustra um pavilhão de exposições. As mais diversas formas de seções transversais são rotineiramente utilizadas.

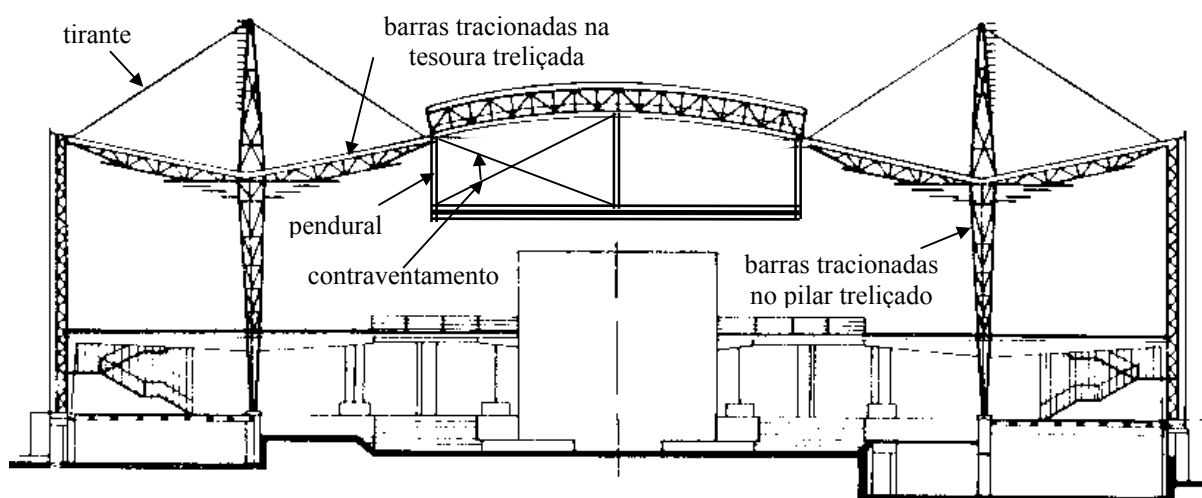


Figura A.1 – Exemplos de Barras Tracionadas

Como as barras tracionadas não apresentam problemas de instabilidade, a propriedade geométrica mais importante no dimensionamento geralmente é a área da seção transversal. Nas regiões de ligação destas barras a outros componentes da estrutura, muitas vezes se tem uma área de trabalho inferior à área total da seção transversal, devido à presença de furos, no caso de ligação parafusada, e à distribuição não-uniforme de tensões, causada por concentração de tensões nas regiões onde estão os parafusos ou as soldas.

A.2. ESTUDO DA REGIÃO DE LIGAÇÃO

A.2.1. Área Líquida

A.2.1.1. Chapas Parafusadas

A.2.1.1.1. Linha de Ruptura e Largura Líquida

Denomina-se linha de ruptura o percurso que passa por um conjunto de furos em uma ligação parafusada, segundo o qual se romperá uma barra tracionada.

No caso da chapa mostrada na figura A.2-a, em que a furação obedece um padrão uniforme, é evidente que a linha de ruptura será A-B-C-D. Mas quando não é seguido um padrão deste tipo, como na ligação entre chapas mostrada na figura A.2-b, torna-se necessário um estudo mais rigoroso.

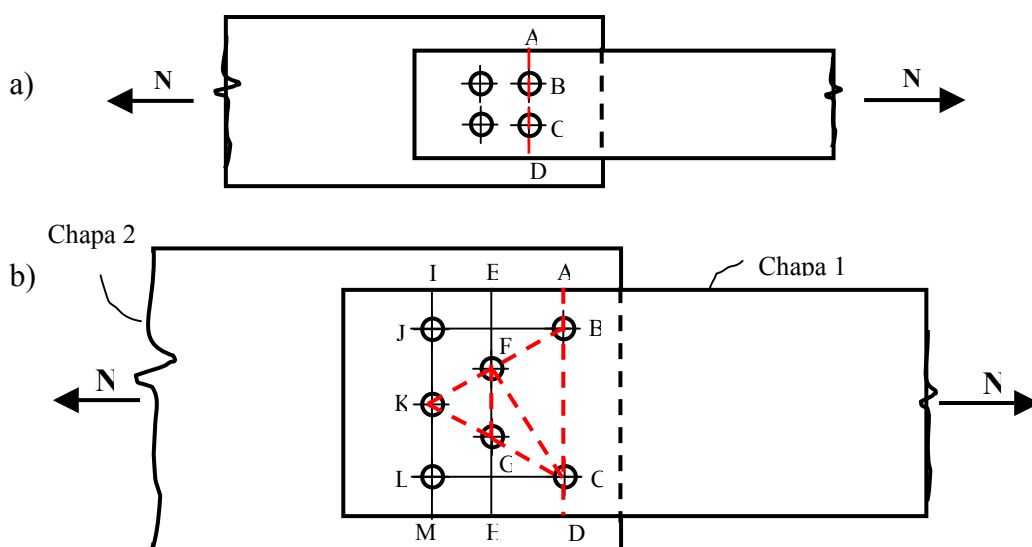


Figura A.2 - Linhas de Ruptura

Analizando apenas a Chapa 1 da figura A.2-b, observa-se que há possibilidade da mesma romper-se segundo uma das seguintes linhas de ruptura:

- a) A-B-C-D
- b) A-B-F-C-D
- c) A-B-F-G-C-D
- d) A-B-F-K-G-C-D

Na prática, para determinação da linha de ruptura que prevalecerá, usa-se um processo empírico que tem apresentado resultados bastante bons e compatíveis com ensaios. Por este processo, deve-se determinar uma largura líquida (b_n) para cada uma das possíveis linhas de ruptura pela equação:

$$b_n = b_g - \sum d_h + \sum_{i=1}^n \frac{s_i^2}{4 g_i} \quad (\text{A.1})$$

onde

b_g = largura total da seção transversal

$\sum d_h$ = soma dos diâmetros de todos os furos da linha de ruptura considerada

n = número de segmentos diagonais (não perpendiculares à linha de atuação da força de tração)

s = espaçamento entre dois furos do segmento diagonal, na direção paralela à linha de atuação da força de tração

g = espaçamento entre dois furos do segmento diagonal, na direção perpendicular à linha de atuação da força de tração

A linha de ruptura que apresentar a menor largura líquida deve ser adotada.

Nota-se que somente foram consideradas as linhas de ruptura que passam pelos furos B e C. Isto porque, na prática, para ligações usuais, somente precisam ser levadas em conta as linhas de ruptura submetidas ao valor máximo da força normal atuante (N), e somente as linhas de ruptura que passam por estes dois furos atendem a esta condição. Por exemplo, uma linha de ruptura E-F-G-H estaria submetida à força de $(N-2N/7)$, uma

vez que os parafusos em B e C, situados a sua frente, já transmitiram a força de $2N/7$ para a Chapa 2, e não precisaria ser considerada (figura A.3). Analogamente, a linha de ruptura I-J-K-L-M estaria submetida a uma força de apenas $(N-4N/7)$, e também não precisaria ser considerada. Este procedimento baseia-se na hipótese simplificada de que todos os parafusos submetidos a cisalhamento de uma ligação trabalham igualmente (no caso, cada um dos parafusos transmite da Chapa 1 para a Chapa 2 uma força de $N/7$).

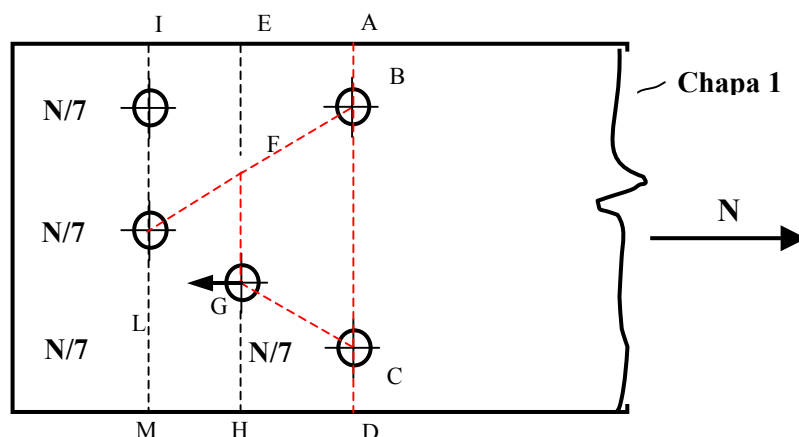


Figura A.3 - Transmissão da Força Normal pelos Parafusos na Chapa 1

Na Chapa 2 da figura A.2-b, as linhas de ruptura possíveis, todas passando pelos furos J, K e L, seriam:

- a) I-J-K-L-M
- b) I-J-F-K-L-M
- c) I-J-F-K-G-L-M

Na figura A.4 vê-se a linha de ruptura de uma chapa, obtida em ensaio de laboratório, que passa pelos furos 1 e 2 e que está submetida ao valor máximo da força normal atuante. Nota-se que a linha de ruptura passa pelos furos 1 e 2, que estão submetidos à máxima força de tração.

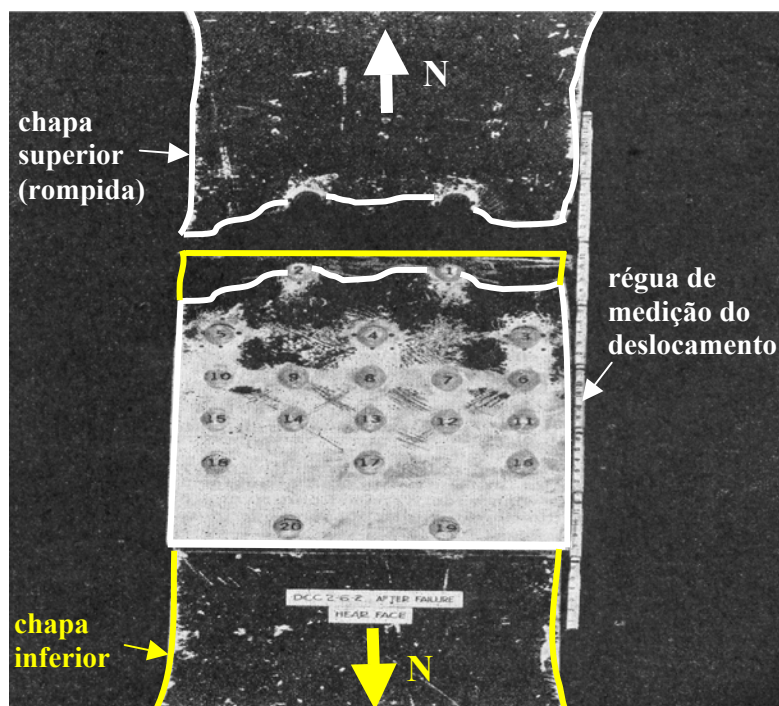
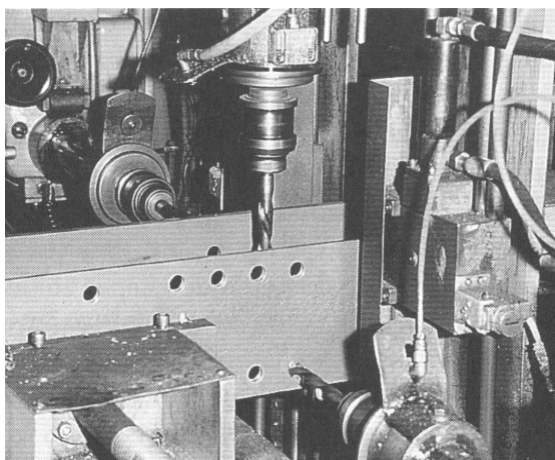


Figura A.4 - Linha de Ruptura de uma Chapa em Ensaio

A.2.1.1.2. Diâmetro dos Furos

Os furos são feitos por broca ou por punção (figura A.5). Os furos por broca podem ser feitos em chapas de qualquer espessura e os furos por punção geralmente limitados a espessura de chapa que não ultrapasse o diâmetro do parafuso mais 3 mm.



(a) Por broca



(b) Por punção

Figura A.5 – Execução de Furos

Em estruturas de aço, na maioria das vezes são utilizados os chamados furos padrão, os quais possuem diâmetro nominal 1,5 mm (1/16”) maior que o diâmetro do parafuso empregado.

No entanto, é comum ocorrer danos no metal nas bordas dos furos, especialmente quando os furos são feitos por punção. Tal fato deve ser considerado no cálculo da largura líquida, adicionando-se mais 2,0 mm ao diâmetro nominal dos furos. Em síntese, deve-se tomar o diâmetro do furo igual ao diâmetro do parafuso mais 3,5 mm.

A.2.1.1.3. Exemplo de Determinação da Largura Líquida

Suponha-se que se queira determinar a largura líquida da Chapa 1 da figura A.2-b. Se os parafusos usados na ligação têm diâmetro de 19mm, o diâmetro dos furos será:

$$d_h = 19 + 3,5 = 22,5\text{mm} = 2,25\text{cm}$$

Calculam-se então, os seguintes valores de largura efetiva:

- linha de ruptura A-B-C-D

$$b_n = 26 - 2 (2,25) = 21,50\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-G-C-D

$$b_n = 26 - 3 (2,25) + 8^2/(4 \times 12) + 8^2/(4 \times 6) = 23,25\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-F-G-C-D

$$b_n = 26 - 4 (2,25) + 2 [8^2/(4 \times 6)] = 22,33\text{cm}$$

- linha de ruptura A-B-F-K-G-C-D

$$b_n = 26 - 5 (2,25) + 2 [8^2/(4 \times 6)] + 2 [8^2/(4 \times 3)] = 30,75\text{cm}$$

A largura líquida a ser adotada é 21,50cm, o menor valor obtido, que corresponde à linha de ruptura A-B-C-D.

A.2.1.1.4. Área Líquida

A área da seção transversal reduzida pela presença de furos é denominada área líquida e representada por A_n .

Nas chapas, a área líquida é obtida efetuando-se o produto da largura líquida b_n pela espessura t :

$$A_n = b_n t \quad (A.2)$$

Supondo, por exemplo, que a Chapa 1 da figura A.2-b tenha espessura de 8mm (0,8cm), como a largura líquida calculada foi de 21,50cm, obtém-se:

$$A_n = 21,50 \times 0,8 = 17,20\text{cm}^2$$

A.2.1.2. Outros Perfis Parafusados

As cantoneiras podem ser rebatidas segundo o eixo médio (linha que passa pela semi-espessura das abas) e tratadas como chapas para obtenção da largura líquida e da área líquida, conforme ilustra a figura A.6.

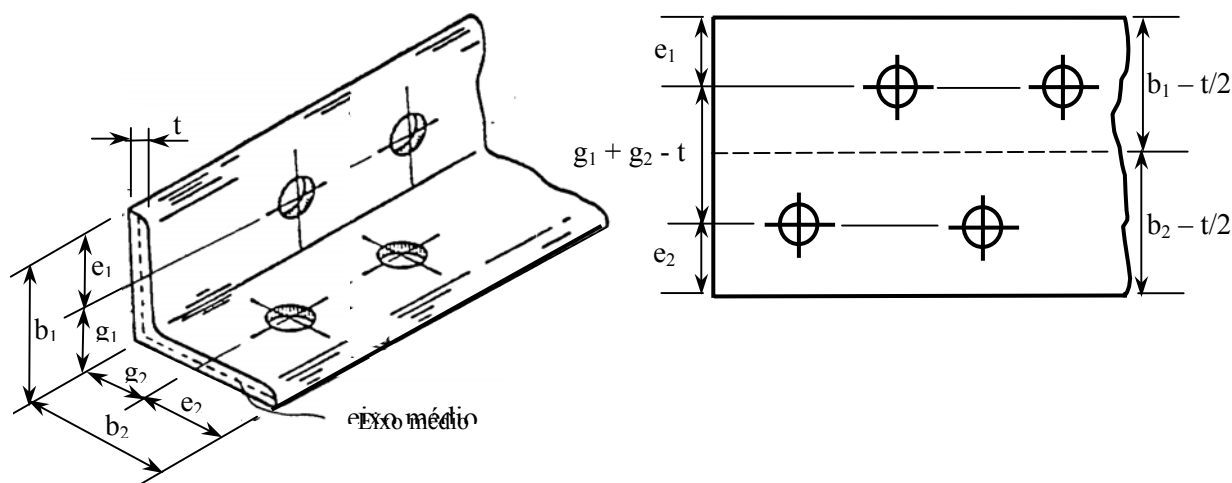


Figura A.6 - Rebatimento de Cantoneiras

Nos perfis I, H e U pode-se usar um procedimento simplificado que consiste em determinar a área líquida de cada elemento componente independentemente. A área líquida do perfil será então a soma das áreas líquidas dos elementos. Assim, calculam-se as áreas líquidas das mesas e da alma, considerando cada um desses elementos como uma chapa isolada, e depois somam-se os valores obtidos. Seja, por exemplo, o perfil I soldado com 300 mm de altura mostrado na figura A.7, com parafusos de diâmetro 16mm (o diâmetro dos furos será $16 + 3,5 = 19,5\text{mm}$). A linha de ruptura das mesas é A-B-C-D, que possuem largura efetiva de

$$(b_n)_f = 150 - 2 \times 19,5 = 111 \text{ mm}$$

e área efetiva de

$$(A_n)_f = 111 \times 16 = 1776 \text{ mm}^2$$

As linhas de ruptura possíveis na alma são E-F-G-H e E-F-I-G-H cujas larguras efetivas são

$$(b_n)_{W-EFGH} = (300 - 2 \times 16) - 2 \times 19,5 = 229 \text{ mm}$$

$$(b_n)_{W-EFIGH} = (300 - 2 \times 16) - 3 \times 19,5 + 2 \times 50^2 / (4 \times 40) = 240,75 \text{ mm}$$

e, a área efetiva, tomando o menor valor da largura efetiva, no caso correspondente à linha ruptura E-F-G-H, é

$$(A_n)_w = 229 \times 8 = 1832 \text{ mm}^2$$

Logo, a área líquida do perfil será igual a

$$A_n = 2 (A_n)_f + (A_n)_w = 2 \times 1776 + 1832 = 5384 \text{ mm}^2$$

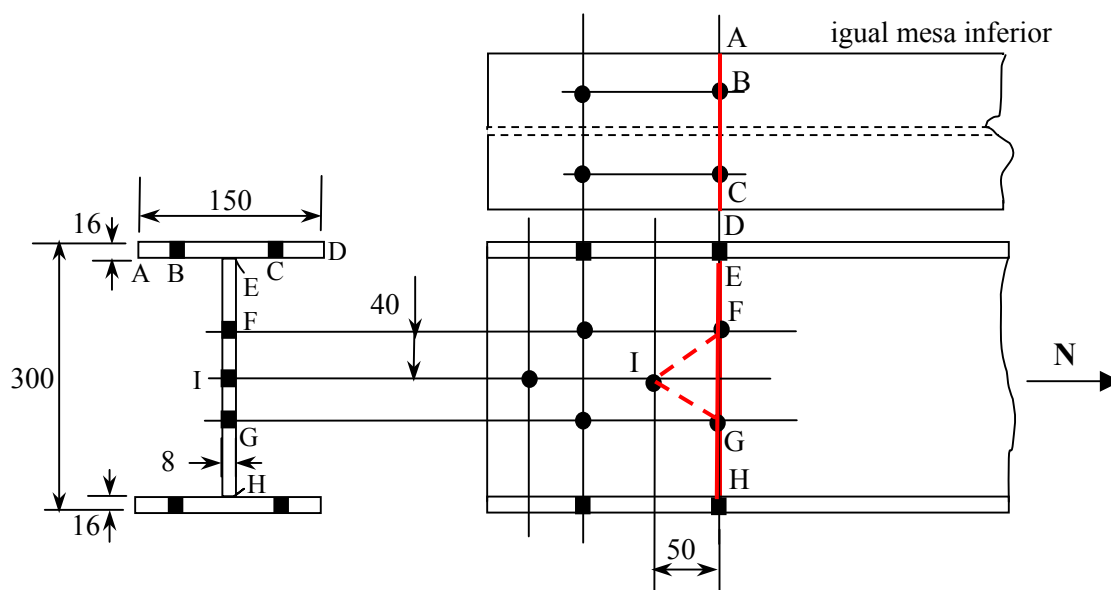


Figura A.7 - Área Líquida em Perfil

Em um perfil qualquer, quando uma linha de ruptura tem todos os seus segmentos na seção transversal, a área líquida pode ser obtida subtraindo-se da área bruta A_g a área dos furos. Exemplificando, no perfil I da figura A.8, a área líquida é dada por:

$$A_n = A_g - 4 (d_h t_f) - 2 (d_h t_w)$$

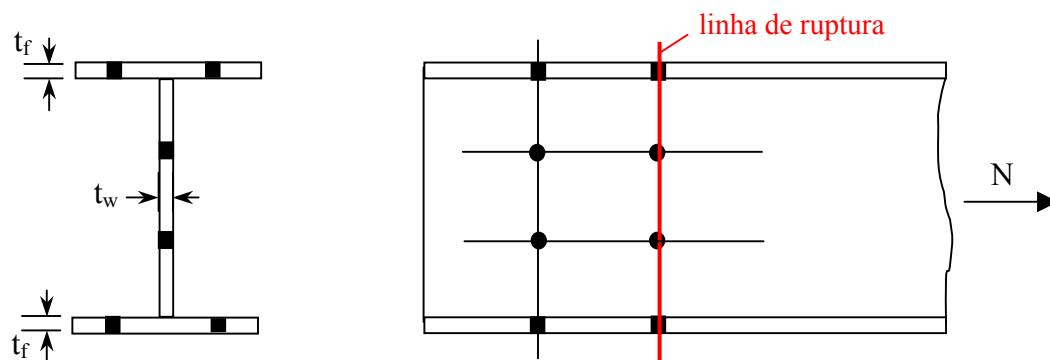


Figura A.8 – Linha de Ruptura em Perfil com Todos os Segmentos na Seção Transversal

A.2.1.3. Ligações Soldadas

Qualquer peça estrutural ligada apenas por meio de solda, não sofre redução de área em função da presença de furos, e portanto terá área líquida igual à área bruta.

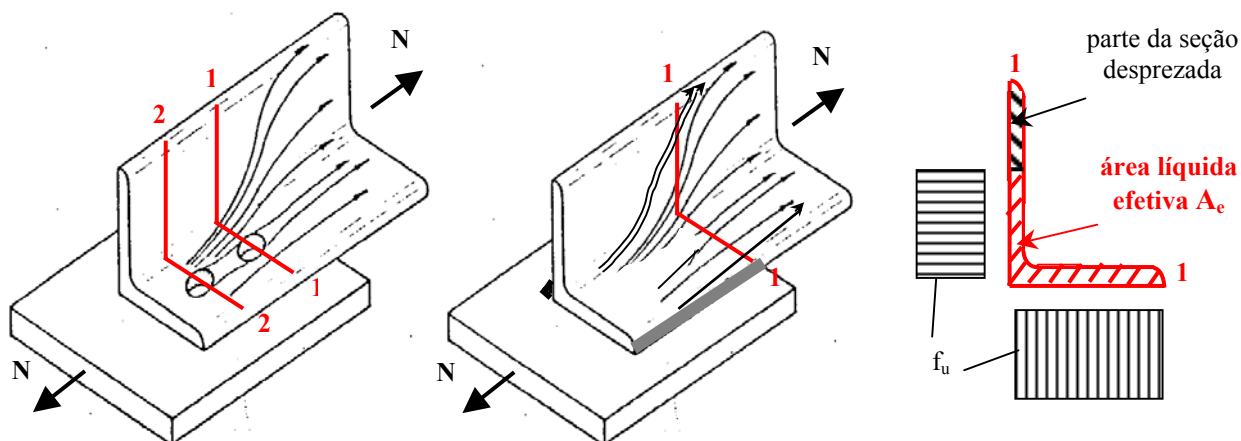
A.2.2. Área Líquida Efetiva

Um perfil tracionado, conectado por meio de parafusos ou solda, por apenas alguns dos componentes da seção transversal, fica submetido a uma distribuição de tensão não-uniforme na região da ligação. Isto ocorre porque o esforço tem que passar pelos elementos conectados, que ficam submetidos a uma tensão maior que a de parte dos elementos não conectados (elementos soltos). A figura A.9-a mostra o comportamento de uma cantoneira ligada a uma chapa por meio de parafusos (somente são mostrados os furos) e a figura A.9-b por meio de solda, por apenas uma das abas. Vê-se que o fluxo de forças apresenta um afinilamento junto à ligação, se concentrando mais no elemento conectado e nas partes próximas ao mesmo. A seção 1-1 é a mais solicitada da cantoneira na região da ligação, pois:

- na ligação parafusada, sofre a perda de área decorrente do furo e está submetida a totalidade da força de tração N (a seção 2-2, onde se situa o segundo furo, encontra-se solicitada por apenas metade da força normal, uma vez que outra metade já foi transmitida pelo parafuso situado na seção 1-1);
- na ligação soldada, situa-se em posição mais próxima da entrada da força N , quando ainda nenhuma parcela desta força foi transmitida pela solda para a chapa.

A seção 1-1, portanto, fica submetida a uma tensão não-uniforme, e em razão disto, apenas parte da mesma alcança em um mesmo instante o limite de ruptura. Esta parte recebe a denominação de área líquida efetiva e é representada por A_e .

Tudo se passa como se apenas uma parte da seção transversal trabalhasse de fato à tração, com a parte restante sendo desprezada (figura A.9-c).



(a) Ligação parafusada

(b) Ligação soldada

(c) Área líquida efetiva

Figura A.9 - Comportamento de uma Cantoneira Conectada por Apenas Uma Aba

A determinação da área líquida efetiva depende de vários fatores, sendo os principais o comprimento da ligação na direção da sollicitação (ℓ_{con}), igual ao comprimento do cordão de solda ou a distância do primeiro ao último parafuso na direção da sollicitação, e a distância do centro de gravidade da barra (G) ao plano de cisalhamento da ligação (a_{con}), conforme se vê na figura A.10. Em perfis com dois eixos de simetria, a ligação deve ter um plano de simetria e consideram-se duas barras separadas e simétricas, cada uma relacionada a um plano de cisalhamento da ligação, por exemplo, duas seções T no caso de perfis I ou H ligados pelas mesas.

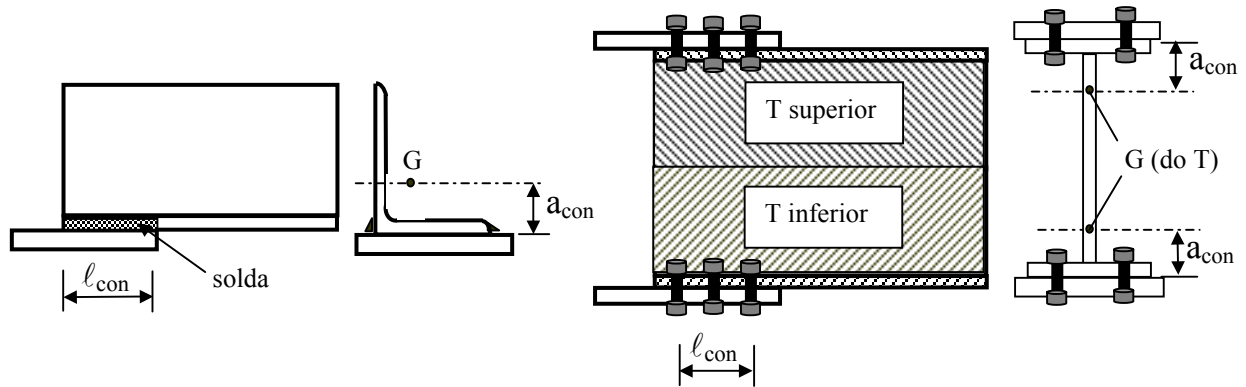


Figura A.10 - Fatores que Influem na Área Líquida Efetiva

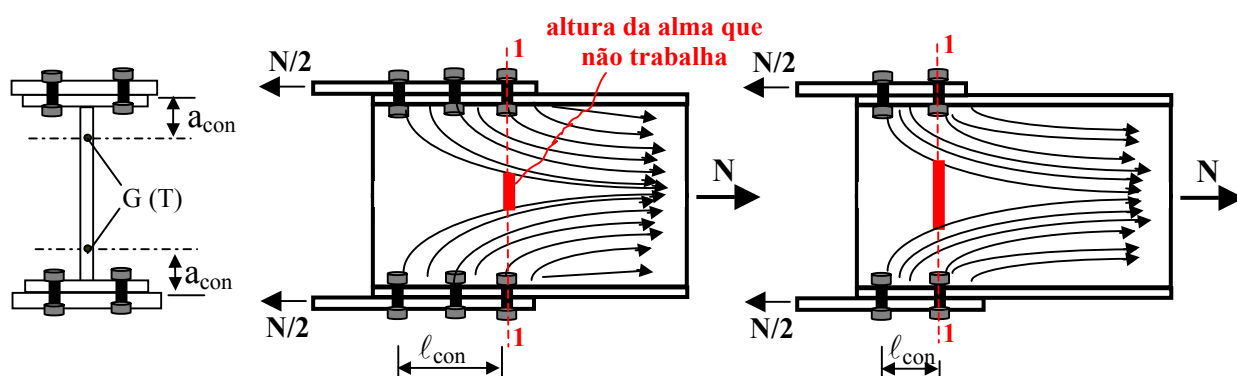
Empiricamente, a área líquida efetiva pode ser expressa pela seguinte equação:

$$A_e = C_t A_n \quad (\text{A.3})$$

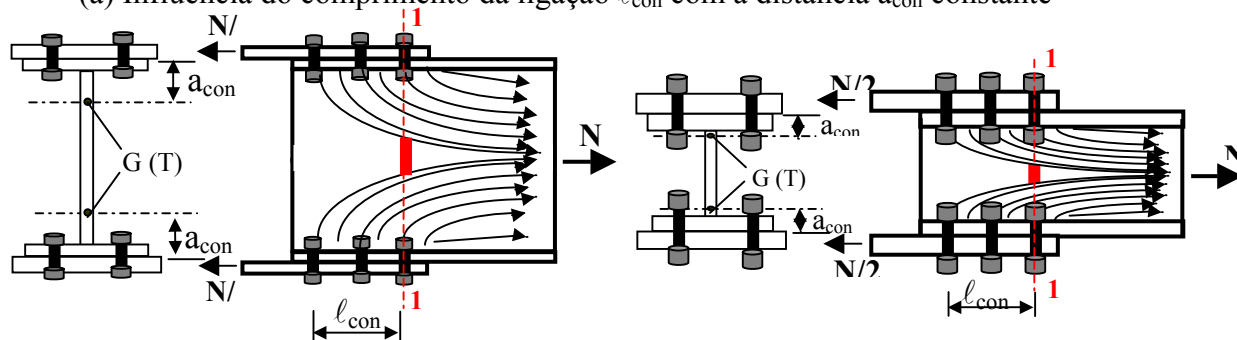
onde A_n é a área líquida e C_t um coeficiente de redução desta área, dado por

$$C_t = 1 - (a_{con}/l_{con}) \quad (\text{A.4})$$

Verifica-se então que o coeficiente C_t é tanto maior quanto menor for a distância do centro de gravidade da barra ao plano de cisalhamento da ligação (a_{con}) e quanto maior for o comprimento da ligação (l_{con}). Isto pode ser facilmente entendido observando-se a figura A.11, referente à ligação de um perfil I pelas mesas, com a alma não conectada. Na figura A.11-a, vê-se que quanto maior o comprimento da ligação, menor a área que não trabalha no elemento não conectado na seção 1-1, a mais solicitada. Na figura A.11-b, vê-se que se o perfil I tiver largura das mesas próxima à altura do perfil, a distância a_{con} é relativamente pequena e a área que não trabalha é menor que se o perfil tiver altura bastante superior à largura das mesas.



(a) Influência do comprimento da ligação ℓ_{con} com a distância a_{con} constante



(b) Influência da distância a_{con} com o comprimento da ligação ℓ_{con} constante

Figura A.11 - Coeficiente C_t em Função de a_{con} e ℓ_{con}

Para facilitar os trabalhos na prática, para as situações usuais, podem ser usados os seguintes valores para o coeficiente C_t :

- 0,90, em perfis I ou H cujas mesas tenham largura não inferior a $2/3$ da altura e em perfis T cortados destes perfis, com ligações soldadas nas mesas ou ligações parafusadas nas mesas, tendo neste último caso no mínimo 3 parafusos por linha de furação na direção da solicitação;
- 0,85, em perfis I ou H que não atendam aos requisitos anteriores, em perfis T cortados destes perfis e em todos os demais perfis, com ligações soldadas ou ligações parafusadas, tendo neste último caso no mínimo 3 parafusos por linha de furação na direção da solicitação;

c) 0,75, em todos os perfis com ligações parafusadas, tendo somente 2 parafusos por linha de furação na direção da solicitação.

A figura A.12 mostra os valores do coeficiente C_t para diversas situações comumente encontradas.

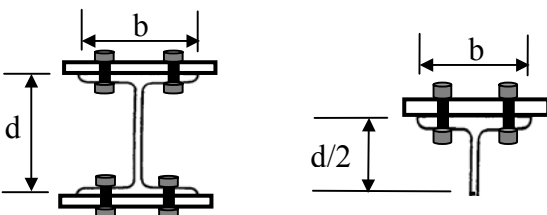
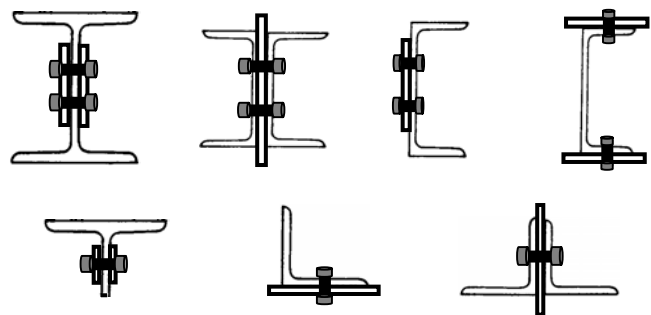
SITUAÇÃO	número de parafusos por linha de furação na direção da solicitação	C_t
	≥ 3	$b/d \geq 2/3$ 0,90
		$b/d < 2/3$ 0,85
	2	0,75
	≥ 3	0,85
	2	0,75
Se a ligação do perfil for soldada, os valores de C_t são dados pelo caso em que o número de parafusos na direção da solicitação é igual a 3 ou maior que 3.		

Figura A.12 - Valores de C_t para Situações Usuais em Perfis

No caso de chapa ligada exclusivamente pelas bordas longitudinais por meio de solda, o comprimento dos cordões de solda (ℓ_w) não pode ser inferior à largura da chapa (b) e devem ser usados os seguintes valores para o coeficiente C_t (figura A.13):

- 1,00, para $\ell_w \geq 2 b$
- 0,87, para $2 b > \ell_w \geq 1,5 b$
- 0,75, para $1,5 b > \ell_w \geq b$

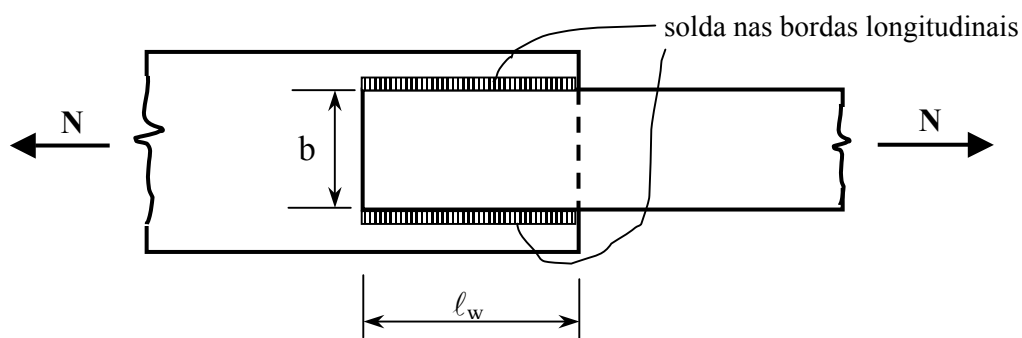
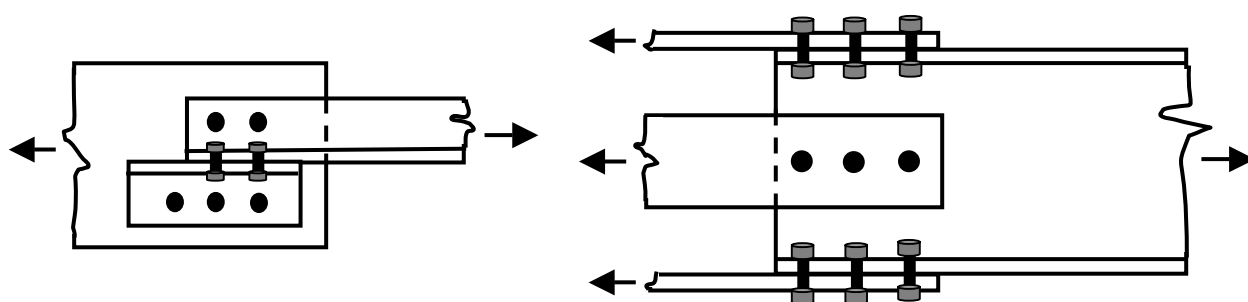


Figura A.13 - Chapa Soldada pelas Bordas Longitudinais

Com base em todas as considerações apresentadas, observa-se que:

- ligações com apenas um parafuso por linha de furação na direção da solicitação não são recomendadas, por implicarem em um comprimento da ligação muito reduzido, tendendo a zero, e por consequência em valores extremamente reduzidos para o coeficiente C_t , conforme pode ser observado pelo uso da equação (A.4);
- se a ligação for feita por meio de todos os elementos do perfil (figura A.14), a tensão normal na barra terá uma não-uniformidade pouco significativa e pode-se considerar C_t igual a unidade.



(a) L ligada pelas duas abas

(b) I ou U ligado pelas duas mesas e pela alma

Figura A.14 - Exemplos de Casos em que $C_t = 1,0$

A.3. ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

De acordo com o estudo apresentado no item precedente, a área de trabalho de uma barra tracionada na região de ligação é a chamada área líquida efetiva (A_e), e o colapso se dará quando a tensão atuante nesta área atingir o limite de resistência do aço (f_u), ou seja, quando a força normal de tração for:

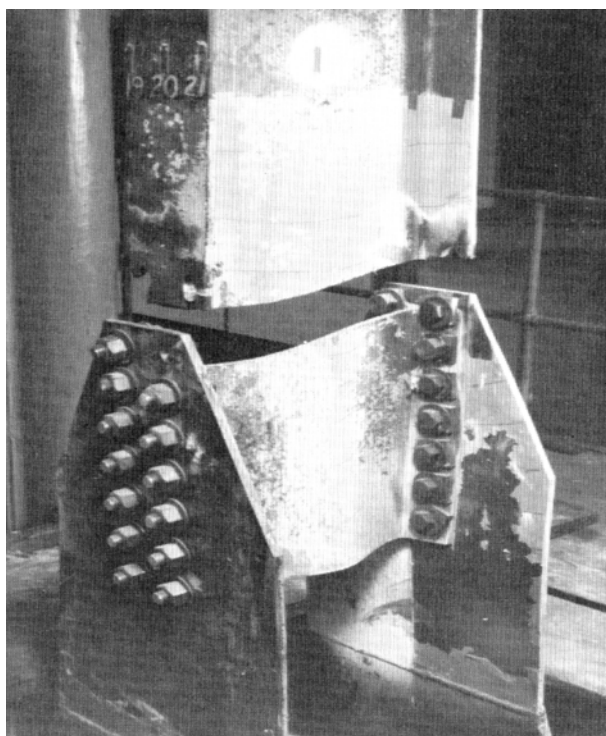
$$N_{tu} = A_e f_u \quad (A.5)$$

Nesta situação, a barra se romperá, em um estado limite último que recebe a denominação de ruptura da seção líquida efetiva. A figura A.15-a mostra a ocorrência deste estado limite em um perfil I ligado pelas mesas por meio de parafusos.

Uma outra forma de colapso, não relacionada especificamente com a região de ligação da barra, pode ocorrer desde que a tensão de tração atuante ao longo do comprimento da barra, portanto na seção bruta da mesma, atinja o valor do limite de escoamento do aço (f_y). Sendo A_g a área bruta, a força normal terá um valor igual a:

$$N_{ty} = A_g f_y \quad (A.6)$$

Nesta circunstância, a barra se encontrará situação de escoamento generalizado e sofrerá um alongamento excessivo, o que provavelmente precipitará a ruína da estrutura da qual a mesma faz parte. A este estado limite último dá-se o nome de escoamento da seção bruta, e um caso típico do mesmo é apresentado na figura A.15-b. A corda inferior de uma treliça de cobertura atingiu o escoamento por tração, seu comprimento aumentou muito, causando o colapso estrutural do sistema.



(a) Ruptura da seção líquida efetiva



(b) Escoamento da seção bruta

Figura A.15 – Estados Limites Últimos

É importante observar que o escoamento da seção líquida efetiva, ao contrário do escoamento da seção bruta, não representa um estado limite último. No escoamento da seção bruta, praticamente toda a barra entra em estado de escoamento, o que faz com que seu aumento de comprimento seja excessivo. No escoamento da seção líquida efetiva, apenas a região de ligação escoar, e a barra como um todo sofre um aumento de comprimento pouco significativo. O colapso na seção líquida efetiva só fica caracterizado, portanto, quando esta seção se rompe. A figura A.16 mostra este comportamento, tomando uma mesma cantoneira em três situações distintas de ligação:

- a) ligação soldada em uma aba, com o colapso se dando por escoamento da seção bruta, sem ocorrência do escoamento da seção líquida efetiva;
- b) ligação parafusada com uma linha de furação, com dois furos, na direção da solicitação, com o colapso se dando por escoamento da seção bruta, mas após a ocorrência do escoamento da seção líquida efetiva;

c) ligação parafusada com duas linhas de furação, com dois furos cada, na direção da solicitação, com o colapso se dando por ruptura da seção líquida efetiva, obviamente após a ocorrência do escoamento desta seção.

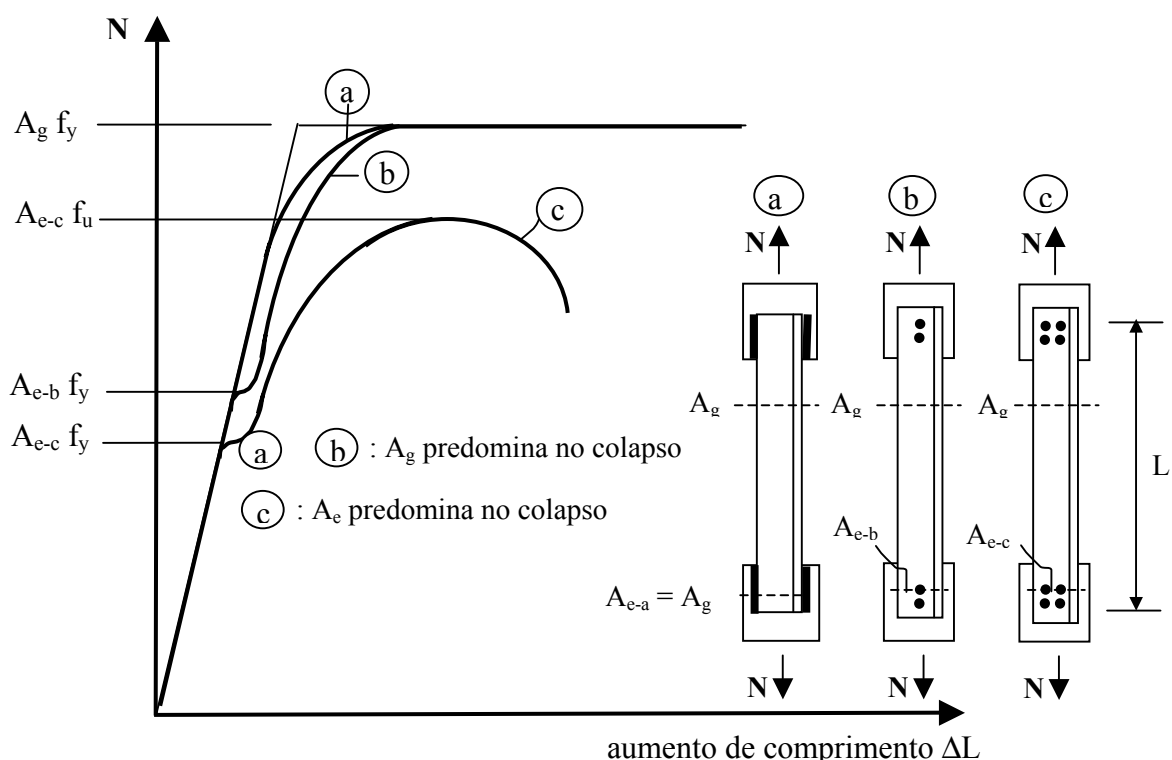


Figura A.16 – Comportamento nos Estados Limites Últimos

A.4. DIMENSIONAMENTO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

O dimensionamento consiste em se garantir que a probabilidade de ocorrência dos estados limites últimos estará em nível suficientemente baixo. Para isto, deve ser satisfeita a relação:

$$N_d \leq \phi_t N_{nt} \quad (A.7)$$

onde N_d é a força normal de cálculo, obtida a partir da combinação das ações atuantes, conforme se viu no Capítulo 6, e o produto ($\phi_t N_{nt}$) é a resistência de cálculo à tração (ϕ_t

é o coeficiente de resistência e N_{nt} é a resistência nominal à tração), dada pelo menor dos seguintes valores:

a) para o estado limite último de escoamento da seção bruta

$$\phi_t N_{nt} = \phi_{ty} N_{nty} = 0,90 A_g f_y \quad (A.8)$$

b) para o estado limite último de ruptura da seção líquida efetiva

$$\phi_t N_{nt} = \phi_{tu} N_{ntu} = 0,75 A_e f_u \quad (A.9)$$

Os coeficientes de resistência, respectivamente iguais a 0,90 e 0,75 para os estados limites de escoamento da seção bruta e de ruptura da seção líquida efetiva, expressam um maior nível de incerteza quanto ao valor da resistência deste último.

A.5. LIMITAÇÃO DO ÍNDICE DE ESBELTEZ

O índice de esbeltez das barras tracionadas (relação entre comprimento destravado e raio de giração) deve ser limitado para evitar que fiquem demasiadamente flexíveis, o que pode ocasionar (figura A.17):

- deformação excessiva nas mesmas causada pelo peso próprio ou por choques durante o transporte e a montagem;
- vibração de grande intensidade nas mesmas quando atuarem ações variáveis, como vento, ou quando existirem solicitações de equipamentos vibratórios, como compressores, vibração esta que se transmite para toda a edificação, causando sensações de grande desconforto aos usuários.

Assim, é recomendável adotar um máximo de 240 para o índice de esbeltez nas barras principais (barras cuja finalidade é suportar os esforços decorrentes do conjunto de ações, incluindo as gravitacionais, que atuam na estrutura, como, por exemplo, as barras tracionadas de uma tesoura treliçada de cobertura) e de 300 nas barras secundárias (barras que têm por função apenas conter movimentos causados por ações tipicamente

horizontais como, por exemplo, as decorrentes do vento, como, por exemplo, as barras de contraventamento).

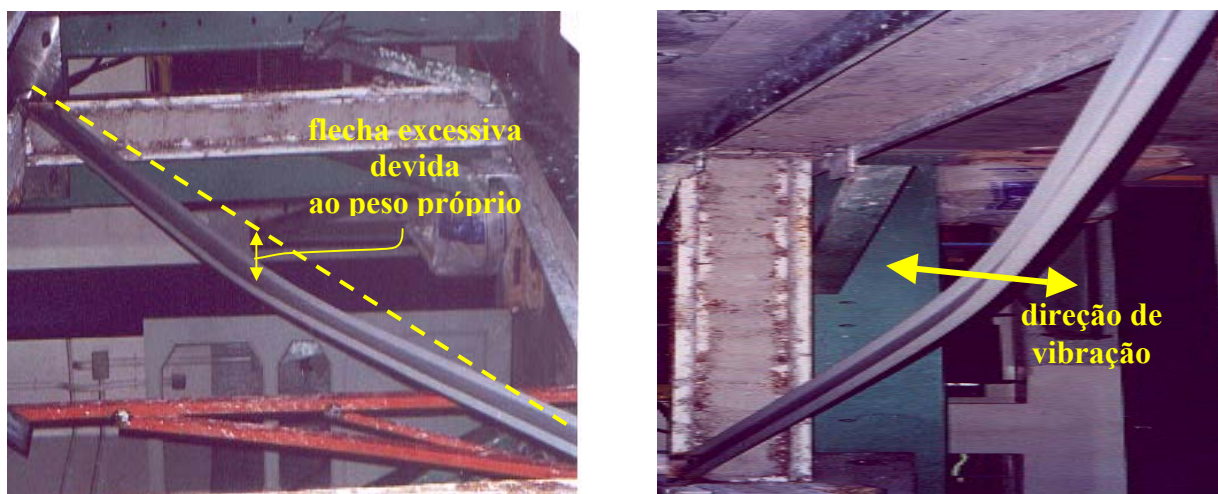


Figura A.17 – Problemas em Barras Tractionadas com Elbeltez Elevada

Na prática, por razões econômicas, é comum o uso de barras tracionadas constituídas por perfis de pequena rigidez, como cantoneiras, em contraventamentos, com esbeltez superior à recomendada. Neste caso, no entanto, deve-se tomar cuidados especiais para que as barras não sofram choques durante o transporte e a montagem e além disso, estas devem ser montadas com pré-tensão inicial, ficando completamente esticadas e com a rigidez aumentada. Tal pré-tensão costuma ser feita executando-se os furos de ligação nas extremidades barras com distância cerca de 2 mm inferior à normal para barras com comprimento entre 3 m e 6 m, 3 mm para barras com comprimento entre 6 m e 11 m e 5 mm para barras com comprimento acima de 11 m (figura A.18), fazendo com que as barras precisem ser tracionadas durante a montagem para que os furos nas mesmas e nos elementos de ligação coincidam. Barras com comprimento até 3 m geralmente são montadas sem pré-tensão.

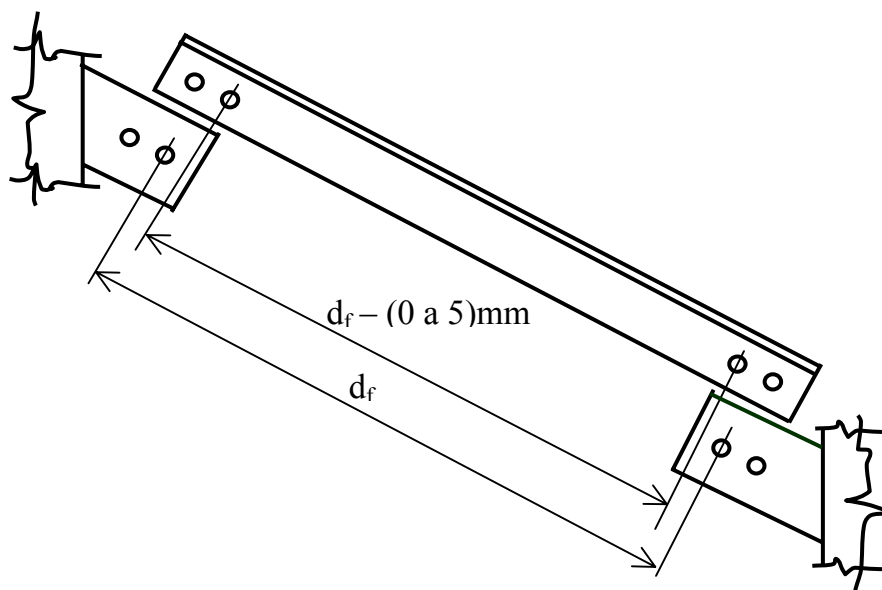


Figura A.18 – Barras de Contraventamento Montadas com Pré-tensão

A.6. O EMPREGO DE BARRAS COMPOSTAS

É usual se projetar barras compostas, por exemplo constituídas por duas cantoneiras ou dois perfis U, em que a ligação entre os perfis é feita por meio de chapas espaçadoras, soldadas ou parafusadas a estes perfis, conforme ilustra a figura A.19. Neste caso, para se assegurar um comportamento conjunto adequado dos perfis que constituem a barra composta, a distância máxima (e) entre duas chapas espaçadoras adjacentes deve ser tal que:

$$e/r_{\min} \leq 240 \quad (\text{A.10})$$

onde $r_{\min}$ é o raio de giração mínimo de um perfil isolado (figura A.18).

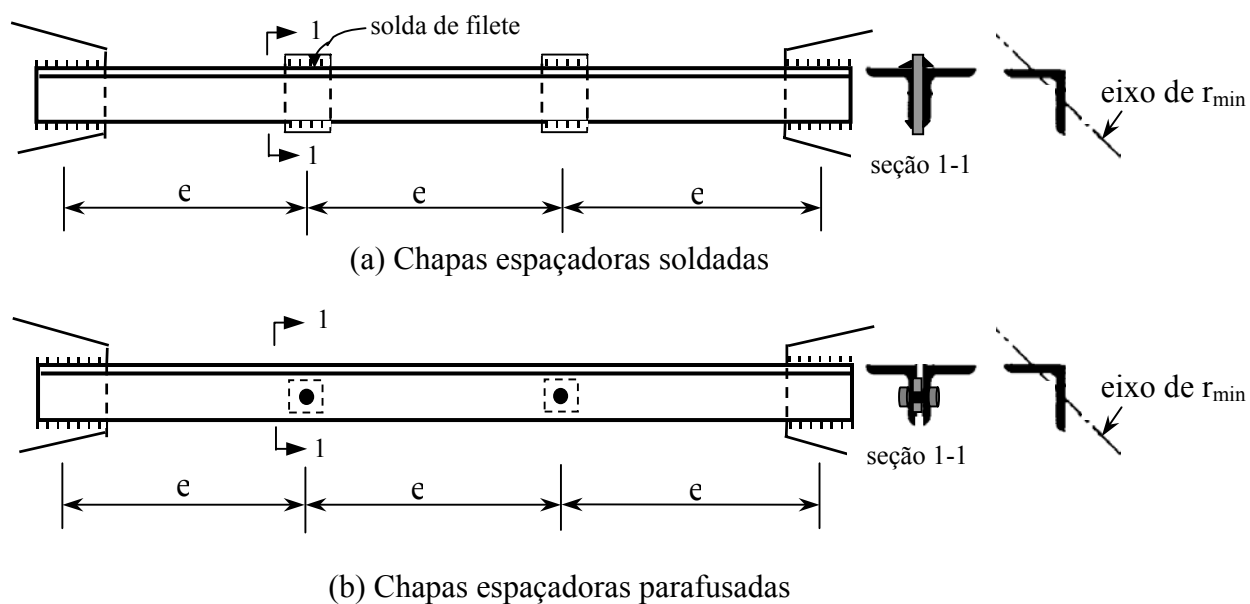


Figura A.19 - Barras Compostas com Chapas Espaçadoras

Também costumam-se projetar barras compostas formadas por dois ou mais perfis ligados diretamente entre si por meio de parafusos ou soldas intermitentes de filete. Neste caso, a distância longitudinal entre os parafusos ou entre os cordões de solda não pode ser maior que 600mm (figura A.20-a). Se a barra composta for formada por um perfil e uma chapa, a distância longitudinal entre os parafusos ou entre os cordões de solda não pode ser maior que 300 mm nem maior que 24 vezes a espessura da chapa (figura A.20-b).

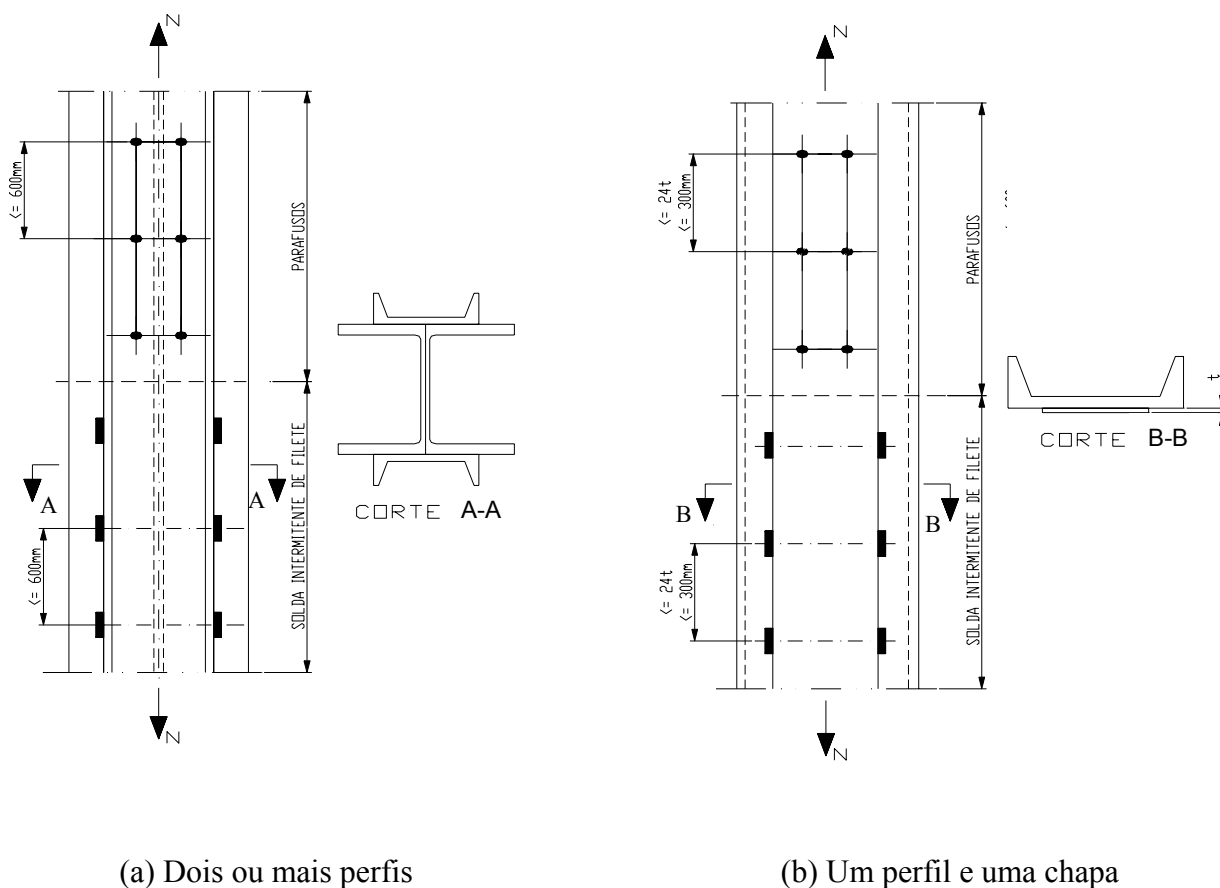


Figura A.20 - Barras Compostas com Peças Diretamente Conectadas

A.7. BARRAS REDONDAS ROSQUEADAS

É comum o emprego de barras redondas rosqueadas nas extremidades, com a ligação sendo feita por porca e arruela (figura A.21), principalmente como tirantes de terças e travessas de tapamento e como peças de contraventamento.

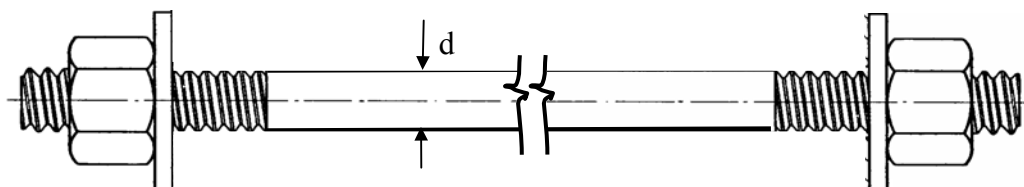


Figura A.21 - Barras Redondas Rosqueadas

O dimensionamento das barras redondas segue um processo similar ao das demais barras tracionadas. Deve-se verificar o estado limite último de escoamento da seção bruta, com a resistência de cálculo dada por:

$$\phi_t N_{nt} = 0,90 A_p f_y \quad (\text{A.11})$$

onde A_p é a área bruta da seção transversal, igual à área do fuste, ou

$$A_p = \pi d^2/4 \quad (\text{A.12})$$

sendo d o diâmetro nominal do fuste.

Outro estado limite último a ser considerado corresponde à ruptura da rosca, cuja resistência de cálculo é dada por:

$$\phi_t N_{nt} = 0,65 A_{er} f_u \quad (\text{A.13})$$

onde A_{er} é a área efetiva à tração da rosca, que corresponde, para as rosca usualmente utilizadas nas estruturas de aço, a aproximadamente 75% da área bruta do fuste (A_p). Assim, a resistência de cálculo a este estado limite fica dada por:

$$\phi_t N_{nt} = 0,65 (0,75 A_p) f_u \quad (\text{A.14})$$

As barras redondas rosqueadas não precisam atender quaisquer limitações relacionadas à esbeltez. Isto pelo fato destas barras possuírem rigidez reduzida, insuficiente para fazer vibrar as estruturas as quais pertencem e poderem ser facilmente desempenadas. Além do mais, normalmente, nos contraventamentos, são usadas com esticadores (figura A.22), o que garante às mesmas uma pré-tensão de tração, fazendo com que fiquem com eixo praticamente reto e que sejam pouco suscetíveis a vibrações.

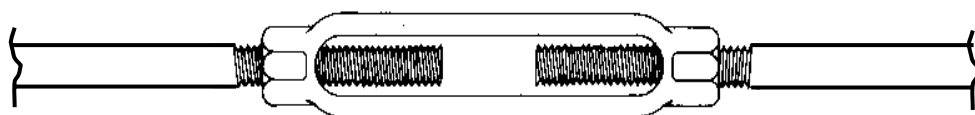


Figura A.22 – Barra Redonda com Esticador

Como exigência adicional, as barras redondas rosqueadas devem ter diâmetro nominal igual ou superior a 12 mm. Além disto, as porcas devem ser do mesmo material das barras.

A.8. EFEITOS ADICIONAIS

A.8.1. *Efeito da Excentricidade da Ligação*

Muitas vezes, a força de tração introduzida por uma ligação não é centrada, resultando numa flexão adicional. A rigor, a barra estaria submetida então a uma solicitação de flexo-tração. No entanto, em barras de baixa rigidez à flexão, como as cantoneiras e os perfis U laminados de seção transversal de altura reduzida, com ligações de pequena excentricidade, a flexão pode ser desprezada (figura A.23). Ensaaios mostraram que nestes casos não ocorre redução significativa da resistência à tração.

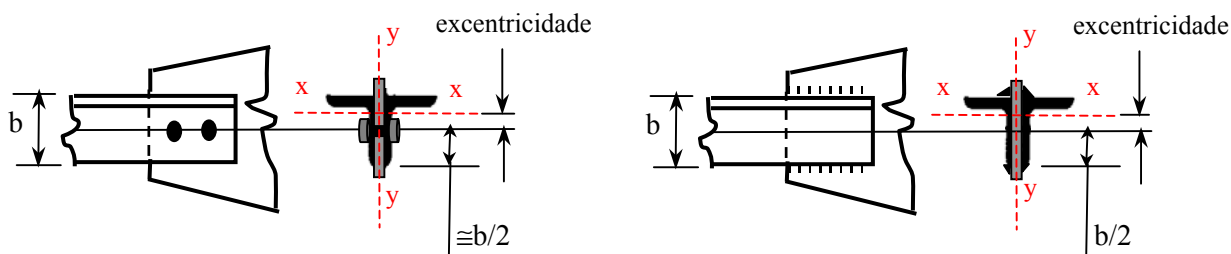


Figura A.23 - Excentricidade da Ligação

A.8.2. *Efeito do Peso Próprio da Barra*

Todas as barras possuem peso próprio, como é óbvio, e estão submetidas a uma flexão decorrente do mesmo, quando não se encontram em posição vertical. Quando se situam em posição vertical, estão submetidas à variação da força normal ao longo do comprimento e quando situam-se em posição inclinada, estão submetidas simultaneamente à flexão e à variação da força normal (figura A.24).

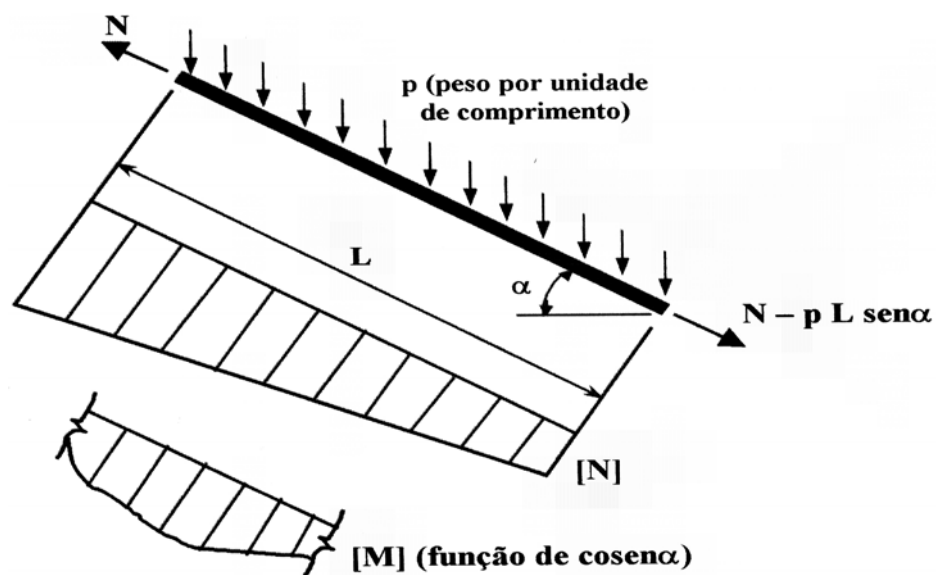


Figura A.24 - Efeito do Peso Próprio

A influência do peso próprio deve ser avaliada, mas sabe-se que é pouco significativa para a maioria dos casos usuais, especialmente quando a projeção horizontal do comprimento da barra é pequeno.

ANEXO B – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Caro aluno(a),

Como mestranda da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, estou desenvolvendo a dissertação intitulada “FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O ENSINO A DISTÂNCIA DE ESTRUTURAS DE AÇO”, sob a orientação do Prof. José Ricardo Queiroz Franco e co-orientação do Prof. Ricardo Hallal Fakury.

Este estudo pretende defender que a multimídia é um recurso que pode ser incorporado como estratégia no processo de ensino-aprendizagem de Estruturas de Aço.

A metodologia escolhida requer a validação do produto desta pesquisa, tendo como base a avaliação criteriosa sobre a relevância, suficiência e adequação dos instrumentos desenvolvidos.

Gostaria de contar com a sua colaboração no sentido de avaliar este trabalho. Para tanto, solicito o preenchimento do formulário de avaliação.

Agradeço desde já sua participação.

Cordialmente,

Mestranda Rosália Gusmão de Lima

Escola de Engenharia/UFMG

Caro professor(a),

Como mestranda da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, estou desenvolvendo a dissertação intitulada “FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O ENSINO A DISTÂNCIA DE ESTRUTURAS DE AÇO”, sob a orientação do Prof. José Ricardo Queiroz Franco e co-orientação do Prof. Ricardo Hallal Fakury.

Este estudo pretende defender que a multimídia é um recurso que pode ser incorporado como estratégia no processo de ensino-aprendizagem de Estruturas de Aço.

A metodologia escolhida requer a validação do produto desta pesquisa, tendo como base a avaliação criteriosa sobre a relevância, suficiência e adequação dos instrumentos desenvolvidos.

Gostaria de contar com a sua colaboração no sentido de avaliar este trabalho. Para tanto, solicito o preenchimento do formulário de avaliação.

Agradeço desde já sua participação.

Cordialmente,

Mestranda Rosália Gusmão de Lima

Escola de Engenharia/UFMG

	Relevância			Suficiência		Adequação			
	Muito Importante	Importante	Não se Aplica	Sim	Não	Seqüência			Compreensão
						Boa	Regular	Ruim	
Requisitos mínimos de desempenho									
1.3 Tempo de Resposta									
A) O tempo de resposta na troca de telas é:									
B) O tempo de resposta na execução dos vídeos é:									
C) O tempo de resposta na execução das animações é:									
1.4 Interatividade									
A) O material didático é interativo?									
B) Os exercícios de avaliação são interativos?									
C) O aplicativo TracBAR é interativo?									
Observações:									

[illegible]

