

**CONTRIBUIÇÕES AO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA  
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE  
ENGENHARIA**

**Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho**

Porto Alegre  
Abril, 2005

**Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho**

**CONTRIBUIÇÕES AO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E  
COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na modalidade Acadêmico.

Orientador: Professor Fernando Schnaid

Porto Alegre  
2005

FERREIRA FILHO, Raymundo Carlos Machado

Título: Contribuições ao Uso de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Engenharia / Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho. – Local: PPGEC/UFRGS, 2005.

n p. 187

Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Título obtido. Orientador: Fernando Schnaid.

1. Assunto I. Título

CCAA2

**RAYMUNDO CARLOS MACHADO FERREIRA FILHO**

**CONTRIBUIÇÕES AO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA  
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE  
ENGENHARIA**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Fernando Schnaid  
Doutor (Ph.D.) University of Oxford  
Orientador

Prof. Fernando Schnaid  
Coordenador do PPGEC/UFRGS

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Fernando Gonçalves Amaral (UFRGS)**  
Ph.D. (Université Catholique de Louvain, Bélgica)

**Prof. Milton Antônio Zaro (UFRGS)**  
Doutor (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Pós-doutorado (Universidade Federal de Santa Catarina)

**Prof. Nilo Cesar Consoli (UFRGS)**  
Ph.D. (Concordia University, Canadá)

Dedico este trabalho ao Prof. Fernando Schnaid por todo apoio a minha carreira acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Secretaria de Educação à Distância (SEAD) da UFRGS pelo financiamento parcial ao projeto desenvolvido nesta dissertação.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS pela acolhida ao tema do meu trabalho e por ter me proporcionado uma formação acadêmica do mais alto nível.

Agradeço ao Prof. Fernando Schnaid, orientador deste trabalho, por ter me aceitado como orientando, e antes disso, por ter me permitido descobrir um latente potencial acadêmico que julgava não possuir. Agradeço também por seu companheirismo e amizade que fizeram com que os momentos mais difíceis desta jornada se tornassem suaves. Em meu orientador encontrei um amigo e no amigo um orientador. Uma vez orientador, orientador para o resto da vida. Ele vai ter que carregar este fardo.

Agradeço à Professora Maria Isabel Timm, pela estreita participação em todos os momentos da minha vida acadêmica. Grande amiga e guru, assim como o Prof. Zaro. Também é “culpada” pelo descoberta da minha veia acadêmica e pelo meu amadurecimento como pesquisador e pessoa. Esteve presente em todos os momentos importantes da minha trajetória acadêmica.

Agradeço ao Prof. Milton Zaro o prazer de sua companhia e amizade durante todo o desenvolvimento deste trabalho, uma relação construída para toda a vida. Meu co-orientador, embora informalmente. Grande amigo e valoroso adversário nas partidas de tênis.

Agradeço a toda a minha família, em especial, como não poderia deixar de ser, a meu pai Raymundo Ferreira e minha mãe Armanda Saraiva Ferreira, a quem dedico este trabalho. E o que dizer da Vó Dinah?! Foi pai e mãe ao mesmo tempo. Sem ela não teria, sem sombra de dúvidas, chegado até aqui. Aproveito para declarar minha admiração e amor pelos três e a felicidade de poder registrar aqui para sempre.

Agradeço a Flávia Pithan e Lucas Festugato pelo apoio dado ao trabalho. Agradeço a todos do NMEAD. Paulo Cabral, Ana Luiza, Renato. Relações de trabalho que viraram amizade em um ambiente excepcional de trabalho.

Agradeço a todos os que direta ou indiretamente participaram desta minha caminhada, meus amigos riopardenses, colegas de faculdade e de mestrado, amigos do Bom Fim, do futebol, do clube... faltaria espaço para agradecer a todos nominalmente.

Agradeço, por fim, à pessoa com quem aceitei viver minhas alegrias, tristezas, angústias, conquistas, frustrações e desejos. Estamos vivendo momentos marcantes para os dois na vida profissional e pessoal, e sei o quanto ela se esforçou para me proporcionar o melhor ambiente possível para que eu conseguisse alcançar os meus objetivos. A ela também dedico este trabalho. Divido esta conquista com Ana Cecília Librelotto, com quem compartilho irrestritamente minha vida com amor, admiração e orgulho.

“Há muitas maneiras de avançar, mas só uma maneira de  
ficar parado.”

*Franklin D. Roosevelt*



## **RESUMO**

Neste trabalho, descreve-se o processo de produção de tecnologias educacionais e de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), relacionando-as ao uso do ensino em Engenharia Geotécnica. Desenvolveu-se um sistema de informação baseado num modelo que integra recursos educacionais produzidos em diferentes formatos eletrônicos e um software baseado na Web para gestão destes recursos e das informações da disciplina Fundações. O software, denominado ENGEO, auxilia a estruturação do conhecimento envolvido no domínio de aplicação, fornecendo ao professor, ou equipe de gestão, ferramentas remotas de administração dos conteúdos e dos recursos educacionais. Aos alunos, a aplicação ENGEO fornece disponibilidade de informações e de conteúdo em um ambiente flexível. Este aplicativo foi desenvolvido para o curso de Engenharia Geotécnica, particularizado para Engenharia de Fundações, com o objetivo de introduzir e incentivar a utilização de sistemas baseados na Web para compartilhamento de conteúdo das disciplinas, implementar Tecnologias de Informação e Comunicação em aplicações para fins educacionais e fomentar discussões a respeito da identidade e perfil do Engenheiro e o papel da TICs no processo de formação do profissional de Engenharia.

Palavras-chave: Sistemas de Informação; Educação Tecnológica. Ensino de Engenharia. Informática na Educação. Engenharia Geotécnica. Tecnologias da Informação e Comunicação. Tecnologia Educacional.

## **ABSTRACT**

This research describes and analyzes the production of an educational applicative based on Communication and Information Technologies (ICTs) developed for the field of Geotechnical Engineering. An information system based on a model that integrates produced educational sources in different digital formats and a Web software developed for management of these sources is described. The software, denominated as ENGEO, contains information related to the subject of Foundation Engineering. It assists structuring the knowledge in the domain of application, organizing in the Web various medias related to the subject, enabling remote administration by the lecturer or management team from tools implemented using Information and Communication Technologies (ICTs). Attempts are made to produce free and flexible assess to students of the contents of course. The experience was designed to stimulate a debate on the needs and identity of engineers and to put into perspective the role of ICTs in producing such identity.

Keywords: Information Systems. Technological Education. Engineering Education. Computer Science in Education. Geotechnical Engineering. Information and Communication Technologies. Educational Technology.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
1.1	Justificativa da Pesquisa .....	24
1.2	Objetivos da Pesquisa .....	27
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>27</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
1.3	Estrutura da Dissertação .....	29
<b>2</b>	<b>ENSINO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....</b>	<b>31</b>
2.1	Perfil do Engenheiro e o Ensino de Engenharia .....	31
2.2	TICs no Ensino de Engenharia .....	35
<b>3</b>	<b>TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>43</b>
3.1	TICs como Aporte a Aplicações Web Educacionais .....	45
<b>3.1.1</b>	<b>Considerações sobre ambiente educacional e aplicação Web educacional ...</b>	<b>47</b>
3.2	A Plataforma Java como Base para Aplicações Web .....	48
<b>3.2.1</b>	<b>Características da linguagem Java .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Recursos para Desenvolvimento e Programação com Java.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Sistemas de gerenciamento de bancos de dados e gestão de informação .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Interatividade na Web com JavaScript.....</b>	<b>62</b>
3.3	Tecnologias para Produção de Conteúdo.....	64
<b>3.3.1</b>	<b>Uso de áudio e vídeo baseado na Web como recurso educacional.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3.2</b>	<b>MPEG Audio Layer 3 .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Graphic Interchange Format (GIF), Joint Photographic Experts Group (JPEG) e Portable Network Graphics (PNG).....</b>	<b>70</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Portable Document Format (PDF).....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Tecnologia Flash e ActionScript.....</b>	<b>74</b>
<b>4</b>	<b>CONTEÚDO PARA APLICAÇÕES WEB EDUCACIONAIS .....</b>	<b>76</b>
4.1	Apresentações Multimídia .....	77
4.2	Animações .....	83
4.3	Artigos .....	87
4.4	Figuras .....	89
4.5	Vídeos .....	92
4.6	Livros Eletrônicos.....	95
<b>5</b>	<b>MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB ENGEO .....</b>	<b>96</b>

5.1	Tecnologias Java Aplicadas ao ENGEO.....	98
<b>5.1.1</b>	<b>Java Servlets.....</b>	<b>99</b>
<b>5.1.2</b>	<b>JavaServer™ Pages.....</b>	<b>102</b>
<b>5.1.3</b>	<b>JDBC – Java Database Connectivity .....</b>	<b>106</b>
5.2	Modelagem e Armazenamento de Informações .....	109
5.3	Mecanismo de Oferta de <i>Streaming</i> de Mídia .....	114
5.4	Outras Técnicas de Programação Empregadas na Aplicação ENGEO – JavaScript 119	
5.5	Implementação da Aplicação Web ENGEO.....	124
<b>6</b>	<b>DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO WEB ENGEO.....</b>	<b>133</b>
6.1	Área Pública do ENGEO .....	133
6.2	Considerações Finais Sobre a Aplicação ENGEO.....	160
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>163</b>
7.1	Introdução .....	163
7.2	Conclusões .....	163
7.3	Sugestão para Futuras Pesquisas.....	165
	ANEXO A – DESCRIÇÃO DOS METACAMPOS DUBLIN CORE.....	176
	ANEXO B – SCRIPT SQL PARA REPRODUÇÃO DO BANDO DE DADOS ENGEO ...	179

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Uso do comando javac (Java Compiler) através de linha de comando e visualização dos arquivos de código-fonte *.java e os bytecodes *.class já compilados.....	51
Figura 2: Diagrama esquemático de um típico ambiente multiplataforma Java .....	52
Figura 3: Esquema detalhado do ambiente de execução (DEITEL, 2003, p.63) .....	54
Figura 4: Estrutura da Plataforma Java (JDK™ 5.0 DOCUMENTATION, 2004) .....	57
Figura 5: Arquitetura proposta por RAMAKRISHNAN (2001, p.650).....	61
Figura 6: Figura mostrando a declaração de funções em JavaScript, a inclusão de uma fonte externa de funções e o evento que desencadeia uma das funções.....	64
Figura 7: Diagrama mostrando da captura à disponibilização do <i>streaming</i> de mídia.....	67
Figura 8: Tela de início da apresentação audiovisual sobre Cone e Piezocone. ....	78
Figura 9: Os itens estão sendo mostrados de acordo com o ritmo da apresentação oral do professor... ..	78
Figura 10: ... enquanto os novos itens são acrescentados à figura anterior, para reproduzir o efeito da dinâmica da apresentação sincronizada ao áudio. ....	79
Figura 11: A interface apresenta um gráfico de resultados que estão sendo comentados, com a seta, cuja animação destaca o conteúdo apresentado oralmente pelo professor. ....	80
Figura 12: Tela de início da apresentação audiovisual sobre o Ensaio SPT. ....	80
Figura 13: Áudio e animação sincronizados na lâmina que fala dos procedimentos de execução do ensaio SPT. ....	81
Figura 14: Tela de início da apresentação audiovisual sobre o Ensaio Pressiométrico. ....	82
Figura 15: Dois momentos da descrição do Pressiômetro tipo Ménard contendo objetos gráficos e texto juntamente com o áudio sincronizado com animações de cores e da seta que dá ênfase ao detalhe da sonda.....	82
Figura 16: Colapso da parede da escavação abaixo do revestimento da estaca .....	84
Figura 17: Bulbo proveniente do colapso preenchido de água enquanto o concreto é lançado na estaca .....	84
Figura 18: Estado final da patologia.....	85
Figura 19: Ilustrações que foram usadas como roteiro para a animação (THORBURN; THORBURN, 1977, apud CONSOLI, 2005).....	85
Figura 20: Silos que ilustram recalques diferenciais por sobreposição de tensões .....	86
Figura 21: Posição inicial, silos sem sobreposição de tensões .....	86
Figura 22: Início do processo de inclinação dos silos, sobreposição de tensões.....	87
Figura 23: Silos completamente inclinados e enconstados na parte superior.....	87
Figura 24: OE artigo aberto no navegador Web.....	89
Figura 25: Ocorrência de matacão em uma obra de Porto Alegre/RS .....	90

Figura 26: Patologia ocorrida no processo de cravação de uma estaca pré-moldada de concreto .....	91
Figura 27: Seqüência de quadros do vídeo sobre ensaio de piezocone produzido em estúdio contando com a participação do prof. Fernando Schnaid (tempo de duração: 21:24min). .....	93
Figura 28: Clipe de vídeo com duração de 01:28min mostrando o processo de execução de uma estaca escavada.....	94
Figura 29: Arquitetura geral da aplicação Web ENGEO .....	98
Figura 30: Representação esquemática do modelo cliente-servidor / solicitação-resposta mostrando a implementação da API Servlet sugerida pela JSR 154.....	101
Figura 31: Principais classes e interfaces da API Servlet. Fonte: (LEME, 2004-a).....	102
Figura 32: Trecho do código-fonte da página figurasDet.jsp mostrando scriptlets e diretivas .....	104
Figura 33: Trecho do código-fonte da página videos02.jsp mostrando expressões e scriptlets .....	105
Figura 34: Modelo da comunicação entre cliente-servidor e a execução de páginas JSP no <i>container</i> Web .....	106
Figura 35: Diagrama das regras de negociação do <i>login</i> na seção Livros do ENGEO .....	107
Figura 36: Código-fonte da página LoginLivro.jsp do ENGEO mostrando os <b>scriptlets</b> responsáveis pela consulta e processamento das informações do banco de dados. .	108
Figura 37: Parte do Diagrama ER do banco de dados do ENGEO . .....	111
Figura 38: Modelo Conceitual do banco de dados ENGEO.....	112
Figura 39: Exemplo mostrando a tabela <b>usuários</b> do banco de dados do ENGEO .....	113
Figura 40: Representação esquemática do processo de comunicação.....	114
Figura 41: Formato do URL para acesso aos vídeos através do servidor de mídias. ....	115
Figura 42: Imagem mostrando as duas possibilidades de visualização do <i>streaming</i> de mídia. ....	118
Figura 43: Esquema mostrando o controle de tráfego proporcionado pelo protocolo RTSP. ....	119
Figura 44: Janela <i>pop-up</i> com página do livro Patologia das Fundações, com todas as funcionalidades do navegador desabilitadas. ....	120
Figura 45: Trechos do código-fonte da página Livros.jsp mostrando o mecanismo que dispara as janelas <i>pop-ups</i> dos livros Ensaio de Campo e Patologias das Fundações. ....	121
Figura 46: Código JavaScript que impede cópia de conteúdo das páginas dos livros do ENGEO. O script é visto entre as linhas 3 e 26. ....	123
Figura 47: Outras funcionalidades do ENGEO implementadas com JavaScript. ....	124
Figura 48: Estrutura de diretórios do Tomcat e da aplicação ENGEO .....	127
Figura 49: Trecho do código do arquivo engeo.xml com elementos de configuração do ENGEO. ....	127
Figura 50: Fragmento do descritor web.xml .....	128

Figura 51: Servlets da aplicação ENGEO .....	129
Figura 52: Mapa do <i>site</i> correspondente ao nível do diretório raiz. ....	130
Figura 53: Conjunto de configurações para conexão com banco de dados através da API Connector/J usadas pelos servlets. ....	132
Figura 54: Tela inicial do sistema ENGEO .....	134
Figura 55: Tela do plano de ensino .....	135
Figura 56: Tela que mostra as informações do cronograma da disciplina. ....	136
Figura 57: Tela mostrando mural de avisos do ENGEO. ....	137
Figura 58: Tela mostrando a bibliografia recomendada para a disciplina Fundações.....	138
Figura 59: Tela com visualização da lista de links oferecidos para a disciplina Fundações. .	138
Figura 60: Tela de <i>login</i> para acesso aos livros.....	139
Figura 61: Tela mostrando os links de acesso aos livros depois do <i>login</i> realizado com sucesso.....	140
Figura 62: Mensagem de erro na tentativa de <i>login</i> . ....	140
Figura 63: Tela mostrando a seção usuários.....	141
Figura 64: Tela que mostra a ferramenta de visualização de notas dos alunos.....	142
Figura 65: Tela mostrando as opções de busca por material no repositório.....	143
Figura 66: Tela mostrando as opções de busca por tópico no repositório.....	143
Figura 67: Tela inicial da busca por animações. ....	144
Figura 68: Lista contendo animações encontradas no repositório.....	145
Figura 69: Animação sobre estrangulamento de fuste pela ação da água. ....	146
Figura 70: Escolha de busca por artigos filtrados pelo tópico Análise e Projeto. ....	147
Figura 71: Resultado da busca de artigos filtrados pelo tópico Análise e Projeto .....	148
Figura 72: Visualização do artigo aberto na janela do navegador habilitado pelo clique com o botão esquerdo do <i>mouse</i> no link <i>Download</i> .....	149
Figura 73: Visualização da opção Salvar como... habilitada com o clique do botão direito do <i>mouse</i> sobre o link <i>Download</i> do artigo.....	150
Figura 74: Tela com informações detalhadas do artigo.....	151
Figura 75: Resultado da busca por todas as figuras existentes no repositório de OE do ENGEO. ....	152
Figura 76: Tela de visualização da figura e seu detalhes descritivos. ....	153
Figura 77: A partir do link <i>Contexto do Conteúdo</i> o usuário é levado exatamente para o local onde a figura se encontra no livro eletrônico. ....	154
Figura 78: Lista de registros encontrados para busca por vídeos.....	155
Figura 79: Página que mostra detalhes descritivos do vídeos bem como o próprio vídeo.....	156
Figura 80: Tela mostrando a busca por OE do tópico Execução.....	157
Figura 81: Tela mostrando o Dicionário de Termos Técnicos : : Inglês / Português.....	158

Figura 82: Sistema de busca do ENGEO .....	159
Figura 83: Parte inferior da página de resultados do sistema de busca .....	159
Figura 84: Tela de entrada da área administrativa.....	161
Figura 85: Tela de edição de figuras cadastradas .....	162



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos sintáticos da tecnologia JSP usadas no ENGEO .....	104
Tabela 2 - Componentes do URL usado para <i>streaming</i> de mídia.....	116
Tabela 3: estrutura de diretórios do Tomcat.....	126

## SIGLAS

\*7: StarSeven

ABED: Associação Brasileira de Educação a Distância

ABENGE: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia

AM: Apresentação Multimídia

API: Application Programming Interface

ASCII: 7-bit American National Standard Code for Information Interchange

ANSI: American National Standard Institute

ASP: Active Server Pages

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CASE: Computer Aided Software Engineering

CD: Compact Disc

CPT: Cone Penetration Test

CPTU: Cone Penetration Test Undrained

CPU: Central Process Unite

DAB: Digital Audio Broadcasting System

DAT: Digital Audio Tape

DECIV: Departamento de Engenharia Civil

DER: Diagrama Entidade-Relacionamento

EAD: Educação à Distância

ECMA: European Computer Manufacturers' Association

ER: Entidade-Relacionamento

FTP: File Transfer Protocol

GIF: Graphic Interchange Format

HP: Hewlett-Packard

HTTP: HyperText Transfer Protocol

HTTPS: Hypertext Transfer Protocol over SSL (ver SSL)

IDE: Integrated Development Environment

IIS: Internet Information Service

ISO: International Organization for Standards

IP: Internet Protocol

J2EE: Java 2 Enterprise Edition

J2SE: Java 2 Standard Edition

JAR: Java Archive

JCP: Java Community Process

JDBC: Java Database Connectivity

JDK: Java Development Kit

JPEG: Joint Photographic Experts Group

JRE: Java Runtime Environment ou Máquina Virtual Java

JSP: JavaServer Pages

JSR: Java Specification Requests

JSTL: JavaServer Pages Standard Tag Library

LMS: Learning Management Systems

Mb: Megabyte

MCU: Multipoint Control Unite

MIT: Massachussets Institute of Technology

MP3: Moving Picture Experts Group Audio Layer 3

MPEG: Moving Picture Experts Group

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NCSA: National Center for Supercomputing Applications

NMEAD: Núcleo de Multimídia e Educação a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS

OE: Objetos Educacionais

OCW: MIT OpenCourseWare

PHP: Hypertext Preprocessor

PNG: Portable Network Graphics

POO: Programação Orientada a Objetos

PPGEC: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

PPGEP: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

RAM: Random Access Memory

RIF: Raster Image Format

ROE: Repositório de Objetos Educacionais

RTSP: Real-Time Streaming Protocol

SGBD: Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SPT: Standard Penetration Test

SQL: Structured Query Language

SSL: Security Socket Layer

SVG: Scalable Vector Graphics

SWF: Shockwave Format

TCP: Transmission Control Protocol

TIC: Tecnologia da Informação e Comunicação

TM: Trade Mark

TV: Televisão

UDP: User Datagram Protocol

UFJF: Universidade Federal de Juiz de Fora

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UML: Unified Modeling Language

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

URL: Uniform Resource Locator

URI: Uniform Resource Identifier

Web: ver WWW

WWW: World Wide Web

XML: Extensible Markup Language

## SÍMBOLOS

®: marca registrada

©: copyright

™: trade mark

# 1 INTRODUÇÃO

Em geral, todas as instituições educacionais consomem esforços com a organização dos dados, das informações e dos recursos educacionais dos cursos e suas disciplinas. Recentemente, este esforço dos educadores e de grupos de pesquisa preocupados em melhorar a qualidade do ensino tem sido direcionado a dimensionar o impacto das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nos processos educacionais, principalmente nas áreas citadas, de organização e da forma dos recursos educacionais. No presente trabalho se abordará as TICs mediadas por computador como ferramentas de apoio à prática docente, seja presencial, semi-presencial ou à distância. Entretanto, apesar de se considerar sua importância direta na mediação do processo educacional, se levará em consideração que este impacto dependerá da metodologia de uso destas tecnologias, a qual depende dos objetivos e das práticas didático-pedagógicas adotadas pelo professor.

A introdução de sistemas de informações e de tecnologias da informação, das TICs, no seu sentido mais amplo, na prática do professor, independentemente da estratégia de uso, propicia aos alunos acessibilidade, flexibilidade e disponibilidade das informações e dos recursos educacionais. Da mesma forma, a adoção de sistemas de informações e de TICs auxilia o professor na estruturação e organização do conhecimento envolvido no domínio de aplicação. Estes recursos agregam valor ao trabalho docente, uma vez que otimizam a produção, utilização e re-utilização do conteúdo, o qual ficará acessível para ser usado em situações diversas, para públicos, níveis e necessidades diferenciadas. Contudo, é importante ressaltar que a existência de um sistema de informação baseado na Web para disponibilização de conteúdo e informações de cursos e disciplinas não significa, isoladamente, uma melhoria na qualidade do ensino. Aponta, isto sim, um caminho de modernização e atualização da plataforma tecnológica onde o processo educacional vai ocorrer.

As TICs e a Web se apresentam hoje como ferramentas para desenvolvimento de uma modalidade de educação que possibilita a inovação dos procedimentos de ensino, o desenvolvimento de uma educação extra-escolar, a qual utiliza os diversos meios de comunicação, possibilitando o acesso ao conteúdo de locais fora do ambiente da sala de aula tradicional.

Esse conjunto de possibilidades pode resultar em uma aplicação Web que integra infraestrutura tecnológica de hardware e software (oferta de informações e recursos eletrônicos

interativos e em múltiplas linguagens de representação, aos usuários), contando com um acervo de material educacional, chamado *Repositório<sup>1</sup> de Objetos Educacionais (ROE)*. Estes objetos serão, por exemplo, vídeos, figuras, livros digitais, artigos, animações e outras formas de representação do conteúdo (domínio), além de ferramentas que integram e contextualizam o acesso a estas informações através de um *sistema de gestão de conteúdo*.

Através do presente projeto, pretende-se tornar o conhecimento sobre Engenharia Geotécnica permanentemente acessível ao alcance dos alunos, através da oferta de uma aplicação Web do tipo descrito, que integra uma base de conhecimento proporcionada pelos Objetos Educacionais (OE) do repositório: múltiplas mídias relacionadas aos temas da Engenharia Geotécnica, indexadas – e, portanto, acessíveis - na base de informações por assunto ou formato de arquivo. Esta aplicação Web, chamada ENGEIO, constitui, portanto, um *sistema de gestão de conteúdo*, que integra esta base de informações multimídia a uma interface de organização de cursos, para que o professor possa disponibilizar o material educacional de acordo com suas necessidades, em cursos presenciais ou à distância.

Desta forma, considerou-se estar apontando para o uso das TICs como recurso para apoiar o ensino presencial, expandindo as possibilidades de acesso e gestão de informação, e contribuir para a formação do aluno de Engenharia, uma vez que o uso da Web e das TICs criam condições para explorar alguns aspectos desejados no perfil contemporâneo do profissional de Engenharia, que envolve, entre outros itens, a autonomia para o auto-aprendizado, o processamento de informações múltiplas e complexas, a familiaridade com o universo tecnológico e a integração de múltiplas abordagens e domínios do conhecimento.

## 1.1 Justificativa da Pesquisa

O perfil do profissional de engenharia vem mudando ao longo dos últimos anos. O mercado vem exigindo um profissional cada vez mais versátil, multidisciplinar e pró-ativo. O avanço tecnológico impõe a necessidade de estudo continuado em todas as áreas de conhecimento, sobretudo na Engenharia. O acesso ao conhecimento é facilitado pelas novas tecnologias de

---

<sup>1</sup> Repositório é um termo corrente usado no domínio das TICs, em especial, no que se refere a armazenamento e disponibilização de Objetos Educacionais conforme os padrões IEEE (1484.12.1 Standard for Learning Object Metadata) e ISO (SC 36 WG 2 - Information Technology for Learning, Education, and Training). Significa, de acordo com o Dicionário brasileiro Globo (LUFT, 1993), “[...] lugar em que se deposita ou guarda alguma coisa.”



informação e comunicação, não sendo mais exclusividade das instituições educacionais tradicionais. O aluno, futuro profissional de Engenharia, irá atuar em um mercado em contínua mudança social e tecnológica, onde a construção de conceitos e conhecimentos passa por situações “[...] que reflitam suas expectativas e permitam contato com o mundo concreto, mesmo que este seja apenas mimetizado na disciplina que estuda.” Silveira (2003, p.34)

As TICs e as novas técnicas computacionais já demonstraram ter influenciado diretamente a sociedade contemporânea, o que pode ser percebido em todas as áreas do conhecimento, ao longo da última década. A formação do engenheiro também sofreu um efeito direto desta influência. Além da integração destas ferramentas ao cotidiano da profissão, por sua própria característica de uso intenso de tecnologia (softwares, de cálculo, de desenho e de planejamento são apenas alguns exemplos desse uso), a educação tecnológica - e o ensino de Engenharia – também precisou se renovar, através de um movimento que vem sendo cada vez mais intenso de professores em busca de novas formas de ensinar, com apoio das novas tecnologias. Este é um movimento compreensível, uma vez que, necessariamente, o conhecimento tecnico-científico ocorre lado a lado com o desenvolvimento de toda a sociedade, conforme Bazzo e Pereira (1996).

A inclusão das TICs nos processos educacionais, baseando-se nesta reflexão, é, portanto, um caminho natural para que o engenheiro tenha uma oportunidade de aprendizado contextualizado socialmente. A Web e demais tecnologias apresentadas nesta dissertação não são de uso específico do exercício da profissão, mas estão inseridas no contexto social atual onde o engenheiro exerce suas atividades e agregam valor ao trabalho do profissional, tanto quanto, como consequência disso, agregam valor ao trabalho do professor.

A abordagem anterior é compartilhada por Moran (2000), que se refere à inclusão das TICs baseadas na Web como uma inovação nos modelos de ensino-aprendizagem, os quais, conseqüentemente estão impulsionando mudanças na forma de ensinar e aprender, privilegiando características como pró-atividade, autonomia para o auto-aprendizado, espírito crítico, domínio de ferramentas computacionais, capacidade de auto-gestão do tempo, que são características identificadas como desejáveis para o profissional de Engenharia.

A gestão de recursos educacionais através da Web representa hoje um grande mercado internacional. O setor de desenvolvimento de softwares explora o mercado educacional, propondo soluções de sistemas de gestão de cursos que agregam TICs, chamados *Learning*

*Management Systems*<sup>2</sup> (LMS). Entretanto, são soluções planejadas para atenderem a demanda de qualquer professor ou curso da mesma forma, de forma genérica, cabendo ao professor definir as estratégias de utilização de acordo com as ferramentas disponíveis no LMS.

Deve-se entretanto salientar que soluções desenvolvidas comercialmente não dão conta da complexidade envolvida na estruturação do conhecimento envolvido nas áreas tecnológicas e tampouco oferecem todas as possibilidades tecnológicas integradas em um único ambiente. Na experiência do autor, em análise de sistemas de gestão de cursos baseados na Web, entre softwares proprietários e baseados em *Open Source* e *Free Software*<sup>3</sup>, nenhum deu conta de oferecer todos os recursos necessários tanto à estruturação do material quanto à gestão do conteúdo de um curso como o de Fundações. É possível estender esta afirmação para o domínio da Engenharia Geotécnica. Cursos desta natureza implicam conteúdo extenso, complexo e apoiado em conhecimento altamente estruturado, além de implicar necessidades de apoio à visualização de conceitos e documentação de casos de obra. Também não se observou na literatura, em âmbito nacional e internacional, nenhuma descrição relativa à aplicação de TICs e de sistemas de gestão baseados na Web como ferramentas para estruturação de cursos na área da Engenharia Geotécnica, bem como não se observaram relatos sobre o desenvolvimento de ROEs com conteúdo específico para este domínio.

Nesta dissertação discute-se a aplicação Web ENGEO, que por ser uma ferramenta de gestão de informação, auxilia o professor a otimizar o planejamento de seus cursos, bem como armazenar e estruturar o conhecimento envolvido na sua área de atuação. Além disso, espera-se que a adoção da aplicação ENGEO, como ferramenta de apoio à prática docente, provoque uma mudança na cultura ou fomenta discussões a respeito dos modelos de ensino-aprendizado adotados no ensino de Engenharia da UFRGS. Além da motivação gerada pela possibilidade de desenvolvimento de um sistema de informações que propusesse uma solução original e funcional para a gerência e oferta de conteúdo (recursos eletrônicos em diversos formatos, como vídeos, animações, hipertexto, textos e ilustrações), também se teve como motivação o desejo de tornar acessível ao usuário o conhecimento sobre *a prática* de Engenharia

---

<sup>2</sup> Cabe ressaltar que no decorrer deste trabalho a expressão aplicação Web, uma expressão da Ciência da Computação, será usada em referência ao ENGEO no lugar de outros tantos termos de mesmo significado como LMS, plataforma de gestão de conteúdo, ambiente de aprendizagem, sistema gerenciador de cursos, software de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem e outros termos que são usados como sinônimo para designar ambientes de apoio baseados na Web para gestão de cursos e disciplinas.

<sup>3</sup> Os termos *Open Source* e *Free Software* significam que um programa de computador pode ser usado, integralmente ou partes dele, por terceiros bem como ter seu código fonte estudado, alterado ou reutilizado para outros fins, sem que se pague por isto.

Geotécnica, particularizado para Engenharia de Fundações. Com a oferta de conteúdo documentando situações específicas de obra, como, por exemplo, execução de fundações e suas patologias, pode-se contextualizar o aprendizado, disponibilizando situações práticas que complementem a teoria apresentada em sala de aula.

A decisão de desenvolver uma aplicação Web integrada às TICs para esta área teve como base, portanto, além de atender à especificidade do curso de Engenharia Geotécnica, criar condições concretas de poder refletir – na prática, como é da cultura da Engenharia – sobre todas estas considerações: a) as TICs e a Web, de fato, privilegiam o desenvolvimento da autonomia para o auto aprendizado? b) esta tecnologia tem impacto positivo no trabalho do professor e, por conseqüência, no ensino de Engenharia? c) uma aplicação Web integrada às TIC atende às necessidades dos cursos tecnológicos, como é o caso da Engenharia Geotécnica, oferecendo facilidades de visualização, acesso à realidade da prática profissional e a conteúdos teóricos extensos e complexos?

Estas reflexões estiveram presentes ao longo de todas as etapas de planejamento e implementação da aplicação ENGEIO e estarão relatadas neste trabalho.

## 1.2 Objetivos da Pesquisa

### 1.2.1 Objetivo geral

São objetivos gerais deste trabalho:

- a) introduzir e incentivar a utilização de sistemas baseados na Web para compartilhamento de conteúdo das disciplinas, lançando mão de toda a flexibilidade que a Web proporciona;
- b) implementar Tecnologias de Informação e Comunicação em aplicações para fins educacionais e fomentar discussões a respeito;

- c) contribuir para a inovação da prática pedagógica no ensino de Engenharia, dando ao aluno acesso a conteúdos fora do ambiente presencial;
- d) auxiliar o professor a gerir e estruturar conteúdos em meio digital;
- e) agregar valor ao trabalho do professor, através da otimização da atividade de planejamento, produção e disponibilização de material, de forma organizada e *modularizada*, permitindo a re-utilização, segundo seus interesses e objetivos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

O objetivos específicos do presente trabalho é planejar, desenvolver, implementar e relatar o processo de desenvolvimento de uma aplicação dinâmica<sup>4</sup> baseada na Web, chamada ENGEO, composta de:

- a) um repositório de objetos educacionais;
- b) um sistema de gestão dos recursos armazenados e ferramentas para auxiliar a busca de informações nesta aplicação e na Web.
- c) descrever o desenvolvimento da aplicação Web e dos Objetos Educacionais<sup>5</sup>, de forma a documentar esta experiência no Ensino de Engenharia;

Esta aplicação tem a função de oferecer suporte ao estudo do conteúdo referente ao domínio da Engenharia Geotécnica, em especial da disciplina Fundações da grade curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Também é objetivo a *produção de objetos educacionais específicos para a disciplina Fundações*, que vão alimentar o repositório, como o desenvolvimento de animações de processos de investigações de solos e de casos de patologia de fundações, produção de vídeos

---

<sup>4</sup> Um sistema dinâmico é, segundo Silveira (2003), um modelo descrito pela relação de variáveis ou sinais que variam no tempo.

<sup>5</sup> A aplicação ENGEO está permeada pela discussão do uso pedagógico das TICs e da Web e seu desenvolvimento é influenciado por está discussão, apesar do presente trabalho ter como objetivo a descrição do desenvolvimento do produto e não pretender avançar em discussões a respeito de suas estratégias de uso.

para gerar acervo de informações de obras geotécnicas em suas diferentes fases de execução e informações visuais através imagens estáticas.

### 1.3 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho foi estruturado de forma a apresentar os tópicos que nortearam o desenvolvimento da aplicação Web ENGEO.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica abordando as questões sobre ensino e o suposto perfil exigido para o profissional de Engenharia, salientando que TICs aplicadas ao ensino de Engenharia favorecem e estimulam o desenvolvimento de determinadas características desejáveis no perfil do Engenheiro.

O Capítulo 3 traz considerações sobre aplicações Web utilizadas como ambientes educacionais, seguidas pela descrição e contextualização das tecnologias adotadas no desenvolvimento da aplicação ENGEO<sup>6</sup>. São apresentadas as tecnologias que dão suporte ao sistema de gestão e armazenamento de informações da aplicação ENGEO, bem como as tecnologias utilizadas na produção dos OE.

No Capítulo 4 é discutido o uso das TICs e das referidas tecnologias apresentadas no Capítulo anterior, na produção dos Objetos Educacionais cadastrados no ROE<sup>7</sup>. Nos sub-itens deste Capítulo são apresentados os tipos de OE desenvolvidos e as características de cada um deles, bem como seu potencial educacional.

No Capítulo 5 apresenta-se a metodologia de desenvolvimento e implementação da aplicação Web, dando conta da descrição dos papéis exercidos pelas tecnologias e da integração entre elas no funcionamento do sistema. Este Capítulo descreve as características técnicas e o modelamento de todo o sistema. O planejamento levou em consideração quais tecnologias deveriam ser adotadas para desenvolver e implementar a infra-estrutura do sistema na camada de comunicação entre os componentes da aplicação (hardware e software) e as tecnologias para comunicação do usuário com a aplicação.

---

<sup>6</sup> Cabe ressaltar que são considerados como partes integrantes da aplicação tanto os recursos educacionais ofertados ao aluno quanto o sistema de armazenamento e gestão de conteúdo.

<sup>7</sup> O armazenamento de conteúdo foi uma etapa importante para validar a funcionalidade da aplicação ENGEO.

No Capítulo 6 tem-se descrita a integração entre o sistema apresentado no Capítulo 5 e conteúdo produzido, a partir das reflexões sobre as tecnologias presentes no Capítulo 4. O resultado desta integração é o produto desta dissertação: a aplicação Web ENGEO. Além disso, são discutidos vários fatores complementares ao desenvolvimento da aplicação Web ENGEO, relacionando a problemas de gestão de cursos, necessidades de futuras mudanças no sistema de gerenciamento decorrentes de eventuais problemas de operação e ampliação da base de dados, através do cadastramento de novos objetos educacionais.

Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões e propostas de continuidade de trabalho referentes a esta dissertação.

## **2 ENSINO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Neste Capítulo apresenta-se uma reflexão sobre ensino de Engenharia, o perfil desejável do engenheiro contemporâneo e o impacto e contribuições das TICs na formação do profissional qualificado. Uma revisão na metodologia de ensino de Engenharia indica a necessidade de inovações nas práticas pedagógicas, para recuperar algumas características perdidas no processo de formação do perfil do engenheiro ou para agregar características, que agora são desejadas no profissional de Engenharia (BAZZO, 1996; MILITITSKY, 1998; SCHNAID, 2001; SILVEIRA, 2003). Nos itens a seguir apresenta-se uma revisão bibliográfica com contribuições de pesquisadores descrevendo o perfil do engenheiro, o ensino de Engenharia e relatos sobre aplicações de TICs no ensino de Engenharia.

### **2.1 Perfil do Engenheiro e o Ensino de Engenharia**

Refletir sobre a identidade do engenheiro deve ser o passo inicial para aqueles que queiram contribuir na formação do futuro profissional. Um profissional qualificado a desempenhar uma função produtiva e de liderança no mercado de trabalho, mas que atenda ao perfil exigido no exercício de sua profissão, capacitado a complementar sua formação continuamente, e habilitado a trabalhar em espaços interdisciplinares.

Conforme relatório divulgado pela empresa americana Boeing (MILITITSKY, 1998), o perfil pretendido de um engenheiro apto a trabalhar na empresa passaria pelas seguintes características: boa base de fundamentos de engenharia; entendimento de processos e projetos; entendimento do contexto social, econômico e político no qual é praticada a engenharia; capacidade de comunicação, pensar de forma criativa e crítica, independente e cooperativa; flexibilidade, habilidade e autoconfiança para se adaptar mudanças rápidas e grandes; curiosidade e desejo de aprender; além de capacidade de trabalho em equipe. Nesta análise Milititsky (1998, p.2) incorpora ainda, dentre outras características, a “[...] capacidade de gerir, tomar decisões, dominar tecnologias inteligentes e criar oportunidades.”

Milititsky (1998) questiona se a Universidade brasileira está apta a formar indivíduos com este perfil e propõe algumas alternativas. Até a década de 80, a formação do engenheiro estava embasada na demanda de mercado da sociedade industrial. A partir da década de 90 os

paradigmas educacionais mudaram. A sociedade da informação agora demanda um profissional que difere bastante do perfil exigido até a década de 80.

Schnaid (2001, p.2) apresenta uma reflexão em relação à prática de ensino de Engenharia, o uso de TICs e o perfil do engenheiro:

A experiência do uso de multimídia e de ensino à distância também permite formular algumas considerações de caráter subjetivo, quanto à possibilidade de amadurecimento intelectual, em função do processo de ação individual de busca de informações, bem como da exposição do aluno às discussões para consolidar os conhecimentos adquiridos. Nesse caso, o próprio sistema de aprendizagem estaria reforçando a autonomia para o auto-aprendizado, uma das virtudes hoje reconhecidas no que se poderia considerar o perfil desejável do profissional de engenharia, além da capacidade de trabalho em grupo, criatividade, liderança, comunicabilidade, entre outros.

Em seu ensaio sobre didática, Silveira (2003, p.35) relata a dificuldade de construção de conceitos, observando que “na formação profissional o problema deve, sempre que possível, ser referido ao contexto profissional, visando a motivação e justificação do aprendizado frente às expectativas dos futuros profissionais.” Em muitos casos o uso de TICs se justifica pela possibilidade de oferecer para o aluno o contato com rotinas que são observadas no ambiente profissional, como por exemplo, o processo executivo de um determinado tipo de fundação. Podem-se ofertar vídeos através da Web que explorem esta contextualização profissional citada por Silveira (2003), uma vez que nem sempre é possível levar o aluno em um empreendimento onde esteja sendo executado aquele tipo de elemento de fundação.

Este mesmo mercado que exige formação contínua frente aos avanços tecnológicos, também demanda um profissional com sólida formação básica em seu domínio de conhecimento e da mesma forma com formação sólida nas áreas de conhecimento que fazem interface com sua área de atuação. Esse conhecimento científico básico, que é construído de forma traumática nos anos iniciais dos cursos de engenharia, é o que permite o desenvolvimento do raciocínio lógico característico do engenheiro.

Infelizmente, o desenvolvimento do raciocínio lógico bem estruturado [...] não é entendido como meta do ensino [...] A base conceitual, tão necessária à formação desejada para o engenheiro, torna-se, para o alunado, um verdadeiro martírio. Um enfoque teórico, é, geralmente, encarado como perda de tempo, o importante, realmente, são os exercícios de aplicação, e que devem ser resolvidos diretamente para a solução particular prescrita pelos valores de contorno do problema. Solução literal, com a substituição posterior dos dados iniciais, não é bem aceito por nossos estudantes. (SOARES, 1998, p.61)



A desconexão entre os conteúdos de disciplinas também colabora para dificultar a assimilação de que conceitos e técnicas desenvolvidos em uma disciplina podem e devem ser utilizadas em outras. Pela falta de ênfase neste aspecto, alguns conceitos e técnicas acabam nem fazendo parte do conhecimento construído pelo aluno.

O espírito crítico e a criatividade devem ser preservados e não tolhidos em prol do conteúdo específico. Retome-se a idéia de que o mercado vem exigindo um profissional cada vez mais versátil, multidisciplinar e pró-ativo e que o aluno deve ser motivado a desenvolver a habilidade de expor idéias, ter capacidade de raciocínio rápido, domínio de técnicas computacionais, interpretação e expressão por meios gráficos, visão crítica e consciência do efeito de suas decisões.

Bazzo (1996) vem, ao longo de sua carreira questionando os rumos da educação tecnológica e do ensino de Engenharia no Brasil. O engenheiro vem perdendo seu status e importância na sociedade brasileira, segundo ele, em parte pelo fato de a educação formal e os modelos educacionais aplicados ao ensino de engenharia não terem acompanhado as tendências apontadas pelo mercado e pelo desenvolvimento tecnológico que afetam diretamente a prática de engenharia atuais. Colombo e Bazzo (2001, p.9) destacam que:

[...] a tecnologia é hoje parte inerente da vida do ser humano de modo que não conseguimos nos ver separados dela. Muitas vezes concebemos a nós mesmos como complexas máquinas físico-químicas com um cérebro, que pode ser comparado a um potente e complicado computador[...].

Historicamente, o engenheiro sempre ocupou posição de destaque nas mais diversas áreas de atuação. Encontravam-se engenheiros em cargos de gerência de grandes empresas, mesmo que não de engenharia. Na política, grandes expoentes tinham como formação básica a engenharia. O engenheiro sempre foi visto como um profissional apto a ocupar qualquer posição no mercado que exigisse perfil de eficiência e liderança, uma vez que, por natureza, o engenheiro é um resolvidor de problemas. Segundo Bazzo e Pereira (1996, p.183), a engenharia moderna é a ciência que “se caracteriza pela aplicação generalizada dos conhecimentos científicos à solução de problemas.”

Geralmente, nos cursos de graduação de Engenharia, cada disciplina tem seu método próprio. Cada professor rege sua disciplina da maneira mais conveniente ou pela experiência acumulada em sala de aula. Esta é uma situação que não favorece a integração dos conteúdos

e o estudo contextualizado, necessários à formação do engenheiro desejado pelo mercado. Para que esta situação pudesse ser alterada, já desde os primeiros anos de curso, o aluno deveria compreender a necessidade do estudo autônomo e continuado, além da importância de uma base conceitual bem estruturada e da relação interdisciplinar efetiva, incluindo teoria e prática.

Este é um ponto importante no balizamento de nosso processo produtivo. A atuação integrada dos professores da instituição, em busca do aprimoramento do binômio ensino-aprendizagem, na exploração do objeto motivador [...], deve ser o evento disparador da emocionante aventura de fazer parte do desenvolvimento tecnológico. Para tal, é mister haver o compromisso dos professores na elaboração de um trabalho conjunto, mostrando as diversas disciplinas se inter-relacionando. (SOARES, 1998, p.63)

A questão da interdisciplinaridade no ensino de Engenharia reflete uma demanda do próprio mercado de trabalho. Naveiro (2001) faz uma reflexão onde relata o fato de que cada vez mais a atividade de projetar - a qual é uma das atividades mais importantes da profissão, uma vez que implica necessidades teóricas e práticas - está demandando do engenheiro um envolvimento maior nas etapas relacionadas à informação. As etapas de desenvolvimento e concepção têm recebido mais atenção e investimentos em comparação com custos de produção. A atividade de projetar requer habilidades como gerir informações em trabalho em equipe e capacidade de antecipação de situações.

Estas duas necessidades são permeadas por uma influência cada vez maior do uso de sistemas informatizados de gestão de informação e de simulação de situações de projeto. Souza Filho e Castro (2001), em análise do uso da informática em apoio a processos de projeto, ressaltam a importância de recursos como criação de ambientes virtuais, sistemas de *groupware*<sup>8</sup> e a Internet. Souza Filho e Castro (2001) relatam a experiência da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) na incorporação de bancos de dados e TICs na disciplina Desenho Técnico Auxiliado por Computador no Departamento de Fundamentos de Projeto. Segundo estes autores (2001, p.104-105):

A integração com a Internet, dentro do arcabouço da Tecnologia da Informação como um todo, vem facilitando o desenvolvimento do projeto de forma colaborativa, integrando todos os profissionais envolvidos no projeto [...], simultaneamente e não

---

<sup>8</sup> “Hardware e software que suportam e ampliam o trabalho em grupo.” (CARNEIRO; GELLER; TAROUCO, 2002, p. 11)

mais seqüencialmente, bem como o cliente que pode interagir e acompanhar via Internet todo o processo de desenvolvimento do projeto desde suas fases iniciais.

Corroborando a visão de Souza Filho e Castro (2001) a respeito do uso de TICs no ensino de Engenharia, Zaro e Timm (2001) descreveram que:

[...] a agregação de novas tecnologias ao processo educacional fomentou a pesquisa em ensino de engenharia de forma inédita e inovadora, que deverá resultar em estudo objetivo da especificidade do ensinar-aprender engenharia, para além de teorias ou modelos atualmente consolidados.

Em sua reflexão sobre a formação do engenheiro, Milititsky (1998) destaca que o aluno deve participar do aprendizado, que a prática pedagógica seja baseada em casos reais e que as disciplinas sejam ministradas com menos dependência de aulas expositivas formais. Também em relação a esta necessidade específica do ensino de engenharia, o uso de aplicações baseadas na Web como apoio ao ensino presencial, a oferta de audiovisuais com relatos de casos, *clips* de vídeos que mostram aplicações práticas de temas vistos nas aulas presenciais, a oferta de mecanismos de busca interativo em repositórios de conteúdos baseados na Web, são exemplos do uso inovador das TICs. Estas ferramentas caracterizam-se, portanto, como um auxílio ao estudo autônomo, à integração e contextualização de disciplinas, com conteúdos teóricos e práticos, além de caracterizarem uma forma eficiente de trazer à sala de aula os casos concretos, através de vídeos de obras e outros recursos que facilitam a visualização e a compreensão. Todas estas características vêm ao encontro das inquietações provocadas pela necessidade de mudança na forma de ensinar Engenharia. Estes exemplos procuram contextualizar a necessidade de mudanças no ensino de Engenharia, destacando a relevância do uso de novas tecnologias para moldar o profissional cujo perfil atenda as exigências do século XXI.

## 2.2 TICs no Ensino de Engenharia

A forma de ensinar e aprender Engenharia, assim como outras áreas de conhecimento, tem sido fortemente influenciada pelas TICs (MOURA, 2002; BERSANO, 2003; AZEVEDO, 1999; COSTA, 2004). Aos poucos os professores aceitaram o desafio de dominar novas tecnologias e transpor o conteúdo de suas disciplinas para diferentes meios de apresentação. Com a adoção dos computadores como ferramenta de trabalho, textos antes armazenados em

papel foram convertidos para outros formatos e novas possibilidades de ofertar conteúdo se concretizaram com a aceitação do computador e da Web como ferramentas de ensino. Neste item serão apresentadas experiências encontradas na literatura sobre uso de TICs no ensino de Engenharia. Procurou-se dar ênfase às experiências educacionais inovadoras que utilizaram a Web ou as tecnologias que foram descritas anteriormente.

Azevedo (1999, p.1) desenvolveu um protótipo de Sistema Especialista (SE), uma técnica da Inteligência Artificial, para escolha do tipo de fundações tecnicamente adequadas para determinadas condições de contorno. Embora não tendo uma relação direta com a Web ou com TICs, o SE “[...] desenvolvido tem função pedagógica, pois foi projetado para ser utilizado na instrução e treinamento de alunos.” Esta afirmação e o caráter inovador do projeto justificam sua menção no presente trabalho. Segundo Azevedo (1999, p.3):

Os Sistemas Especialistas apresentam várias vantagens sobre os tradicionais métodos de ensino expositivo. Além de tornar a aprendizagem institucional mais realística e aumentar a motivação dos estudantes, permite que o aluno, através da comunicação interativa com o sistema, torne-se um participante mais ativo no processo de aprendizagem, ao contrário dos ambientes tradicionais de sala de aula [...].

A afirmação de Azevedo remete ao fato de que o uso de recursos tecnológicos como apoio a aulas presenciais pode enriquecer o processo de aprendizado do aluno, uma vez que este terá a possibilidade de interagir com o software experimentando variações nas condicionantes de projeto e obtendo o resultado para suas escolhas quase em tempo real. A avaliação final do protótipo foi realizada em função da verificação, validação e análise da usabilidade do SE. Não foi considerado o impacto que o uso teria no processo de aprendizado, nem tampouco foi definida uma forma de utilização do SE como apoio para as disciplinas de Geotecnia, em especial as que tratam de projeto de fundações. Contudo, a possibilidade de uso do SE, descrito por Azevedo (1999) como recurso educacional, é indiscutível, principalmente se for realizada uma atualização na sua tecnologia para disponibilizá-lo via Internet.

Em sua monografia para obtenção do título de especialista em Informática Empresarial, Moura (2002) descreve o uso de uma ferramenta *Computer Aided Software Engineering* (CASE) e da técnica de modelagem de dados *Unified Modeling Language* (UML). Moura (2002) utiliza o conceito de Orientação a Objetos (OO) como forma de modelar uma estrutura de dados capaz de representar as variáveis envolvidas em projetos de fundações. Embora seu trabalho não tenha menção a Web, as tecnologias adotadas no desenvolvimento de sua

pesquisa são as mesmas que servem de base para a modelagem de sistemas de gestão de informação e softwares como a aplicação ENGEO. O autor parte do pressuposto que é necessário modelar o domínio de conhecimento para que se possa desenvolver qualquer tipo de aplicação.

Moura (2002, p.43) propôs uma modelagem de dados baseada em OO usando UML para dar conta da complexidade envolvida em um projeto de fundações. O modelo apresentado por ele leva em consideração um sistema capaz de “[...] realizar o projeto, o cálculo e a análise de fundações não contínuas de obras civis.” Na sua proposta, o autor identifica as entidades que constituem o domínio da Engenharia Geotécnica, bem como os atributos e métodos envolvidos nas seqüências de análises e processamento das variáveis que compõem a atividade de projeto de fundações.

Costa (2004) desenvolveu em sua tese de doutorado uma aplicação Web, chamada GPA<sub>REDE</sub>, para uso no ensino de Engenharia Estrutural. Além de ferramentas de gestão de informação oferecidas ao aluno, esta aplicação foi base para investigações a respeito dos processos educacionais mediados por tecnologias baseadas na Web e, no caso do referido trabalho, o suporte para modelos pedagógicos com ênfase na construção do conhecimento. Em sua tese, o autor justifica a sua abordagem construtivista indicando que a aplicação Web desenvolvida em seu trabalho contém características que promovem o aprendizado a partir de uma definição epistemológica clara, com possibilidade de o aluno construir seu espaço de troca de experiências no que ele chamou de *webfolio*. Além disso, ele cita autonomia, interatividade e cooperação, são citadas como características proporcionadas pelas TICs e pela Web.

O trabalho foi iniciado em sua dissertação de mestrado na qual desenvolveu um banco de questões para uso no ensino de Mecânica Estrutural e Resistência dos Materiais. Este banco de questões permite a geração de diferentes provas tanto para uso *on-line* quanto presencial, e que segundo sua descrição foi integrado a uma interface Web. Em relação ao aporte da Web em seu projeto, Costa (2004, p.102) esclarece que:

[...] o gerenciamento de informação, via formulários e transferência de arquivos, e o desenvolvimento de *webfolios* são alguns dos novos recursos empregados para prover um ambiente propício à construção do conhecimento, no âmbito de uma avaliação integrada ao processo de ensino-aprendizagem.

O GPA<sub>REDE</sub> não se restringe à aplicação de provas, mas pode ser usado para acompanhamento do aprendizado do aluno através das ferramentas *Avaliação Formativa* e *Webfolio*<sup>9</sup>. Estas ferramentas, bem como todo o sistema, baseiam-se em uma arquitetura que usa banco de dados e um servidor Web que disponibiliza acesso aos registros armazenados através da tecnologia *Active Server Pages* (ASP). Esta arquitetura é semelhante a usada pela aplicação ENGEO, embora a base tecnológica não seja a mesma. Enquanto o GPA foi desenvolvido usando a plataforma Windows e as tecnologias proprietárias da Microsoft (SGBD Access, servidor Web *Internet Information Service* e ASP), a aplicação ENGEO é um sistema multi-plataforma baseado em tecnologias abertas, mas em essência a lógica de funcionamento é a mesma.

Em sua dissertação, Reitz (2003) analisa a Web como ampliação do espaço físico tradicional das aulas presenciais e avalia a ergonomia de interfaces de aplicações Web educacionais. Aborda o uso da Web como tecnologia educacional a partir do estudo de um curso totalmente à distância oferecido como extensão no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da UFRGS. Este curso, chamado Banco de Dados On-line, tem o objetivo de capacitar profissionais para o uso de SGBDs como apoio ao processo de tomada de decisão. Os requisitos para ingressar como aluno são conhecimentos de navegação na Web e noções sobre a tecnologia de bancos de dados relacionais.

O curso avaliado por Reitz (2003) assemelha-se em alguns aspectos à aplicação ENGEO. No caso do curso Banco de Dados On-line, recursos como vídeos e animações são usados para auxiliar o aluno na aprendizagem do uso das ferramentas utilizadas no curso, no caso o Microsoft Access 2000<sup>©</sup>. Além das similaridades em relação à aplicação de tecnologias educacionais, também se observa semelhança na arquitetura de hardware e software usados no desenvolvimento curso. O acesso aos conteúdos é feito exclusivamente pela Web através de um navegador, sendo que este acesso é controlado por senha. O cadastro de alunos é mantido em um banco de dados que é consultado no momento do *login*. Se o nome de usuário e senha existirem como registros para um mesmo aluno, o acesso é liberado.

---

<sup>9</sup> Avaliação Formativa é um processo onde se avalia não somente a resposta mas também a trajetória que levou o aluno a uma determinada conclusão. Este processo é retroalimentado pelas intervenções do professor e do aluno. Webfólio é um espaço na aplicação Web onde o aluno pode compartilhar conteúdo e mensagens com colegas e professor. (COSTA, 2004)

Durante o curso existem tarefas que são desenvolvidas interativamente nas páginas mostradas no navegador. O aluno realiza um teste com um conjunto de questões de múltipla-escolha ao final de cada unidade, que mostra ao aluno sua pontuação tão logo ele submeta o formulário através do botão enviar. Alcançando uma nota mínima (sete) o aluno é liberado para acessar a unidade seguinte. Na avaliação final do curso deve-se desenvolver uma aplicação para gestão de informações e apoio a decisões sobre um caso simulado que é apresentado ao aluno. A aplicação deve ser desenvolvida usando-se o Access e o arquivo deve ser enviado por e-mail para a tutoria do curso.

O que se deseja ressaltar em relação ao que está descrito acima não é o modelo ou a estratégia pedagógica por trás das referidas ações e sim *a arquitetura de hardware e software envolvida na implementação deste curso*. Em resumo, o que se tem é uma aplicação Web que utiliza tecnologia de páginas dinâmicas com acesso a banco de dados. Porém, apesar da arquitetura ser semelhante, as tecnologias utilizadas são diferentes. Enquanto a aplicação ENGEO adota JSP e MySQL com conexão pela API JDBC<sup>10</sup> em uma plataforma Linux, o curso Banco de Dados On-line adota ASP com SGBD Microsoft Access em uma plataforma Windows. Esta arquitetura é a mesma usada por Costa (2000 e 2004).

Na dissertação de mestrado apresentada por Bersano (2003) ao PPGECC é destacada a importância do uso de TICs no ensino e na prática de projeto. Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito das faculdades de Arquitetura de Porto Alegre, limitadas ao escopo das disciplinas relacionadas com a prática de projeto de edificações. Porém o ato de projetar está presente também nos cursos de Engenharia, sendo que Naveiro (2001) o define como uma das atividades de maior importância no exercício profissional de engenheiros e arquitetos. Bersano (2003) relata experiências de uso de ateliês virtuais e do uso da Internet como ferramenta de desenvolvimento de projetos de forma distribuída, além do uso de softwares específicos para projetos 2D e 3D, e a troca de informações ou arquivos através de rede de computadores. A evidente importância das TICs e da Web nesta virtualização do ambiente de aprendizado é embuída de conceitos que “[...] estão orientados à descentralização do processo investigativo e educativo [...] e à potencialização da auto-aprendizagem como ferramenta que permite uma maior autonomia das equipes de trabalho”. Novitsky (1999, apud BERSANO, 2003)

Almeida (2005-a) relata uma experiência de uso de conteúdo multimídia aplicada ao ensino de Engenharia, mais especificamente na disciplina Construção de Estradas II do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Em sua pesquisa, Almeida (2005-a, p.2) enfatiza a importância do uso de novos tipos de mídia para “[...] o despertar do interesse, da curiosidade, da polêmica e da crítica, e atividades criativas que o conduzam a transformar o conhecimento adquirido em experiência real”. Na experiência piloto foi utilizado um conjunto de recursos educacionais (apostila em formato .doc, um conjunto de transparências em formato .ppt) de formatos eletrônicos diversos que foram distribuídos por CD-ROM. Este mesmo conteúdo, segundo Almeida, também foi disponibilizado através da Web.

As pesquisas e os trabalhos citados nos parágrafos anteriores revelam o interesse atual dos programas de pós-graduação e dos grupos de pesquisa no tema **ensino de Engenharia**. Escolas de Engenharia do mundo inteiro e as respectivas universidades vêm investindo recursos na formação de grupos e linhas de pesquisa para produção de conhecimento nesta área. Pesquisas que eram antes realizadas por iniciativas pessoais de professores dos cursos de Engenharia têm se tornado ponto estratégico das universidades preocupadas com a qualidade do ensino de Engenharia e com o perfil do profissional que irá formar. O uso das TICs e da Web andam lado a lado com o crescimento das pesquisas nesta área. Uma referência no uso de TIC e Web aplicadas ao ensino e disseminação do conhecimento é a iniciativa do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Em dois projetos institucionais o MIT decidiu disponibilizar na Web o conteúdo e recursos educacionais de todos os cursos presenciais, bem como gravações audiovisuais de palestras, eventos e aulas das disciplinas. Os projetos contavam, até a finalização do presente trabalho, com recursos educacionais de 900 cursos dos 2000 oferecidos pelo MIT, incluindo o curso de Engenharia Civil e Ambiental. Os projetos foram iniciados em 2003 e até 2008 todos os cursos terão suas informações e recursos educacionais disponibilizados na Web (MIT, 2004-a e 2004-b; MARGULIES, 2005).

O projeto World, não por acaso, é parte integrante do Programa de Educação Profissional da Escola de Engenharia do MIT. Este projeto oferece gratuitamente acesso aos eventos mais significativos que ocorrem no MIT, através da tecnologia de *streaming* de vídeo. No *site* do projeto é possível assistir a palestras e entrevistas de personalidades e convidados que estão na instituição ou ao redor do mundo, se o evento for considerado como de grande interesse

---

<sup>10</sup> Esta arquitetura será detalhada no item 5.1.



para a comunidade. O MIT World usa uma arquitetura de software baseada no banco de dados MySQL com servidor Web Apache rodando a tecnologia de páginas dinâmicas PHP. Integrado a esta arquitetura se tem o servidor de mídia Helix Server, que atende às solicitações através da Web e gerencia o processo de *streaming* de áudio e vídeo (MIT, 2004-b).

Por sua vez, o projeto OpenCourseWare é responsável pela disponibilização dos recursos educacionais das disciplinas, onde é possível acessar ementas, conteúdo programático, notas de aula, calendário de atividades, leituras recomendadas, áudios e vídeos das aulas. Este projeto é composto de uma infra-estrutura de publicação, armazenamento e distribuição de conteúdo, formada por uma arquitetura mista de plataformas Windows e Unix que compõem o sistema de administração e oferta de conteúdo totalmente baseado na Web e em serviços oferecidos pela Internet. Este complexo sistema possui uma estrutura de descrição dos recursos educacionais baseados em padrões de metadados para indexação de conteúdo, um sistema de administração dos conteúdos e informações das disciplinas, sistemas de busca, sistemas de armazenamento, em um misto de componentes *open source* e proprietários. (MIT, 2004-a)

Porém, apesar da complexidade de todo o sistema, tanto para o MIT World quanto para o MIT OpenCourseWare (OCW), o acesso para o usuário é extremamente facilitado bastando apenas ter acesso à Web, um navegador, um leitor de PDFs e os *plug-ins* Real Player para vídeos, Shockwave Flash para animações, e QuickTime ou Windows Media para áudios. Esta filosofia de adotar tecnologias compatíveis com a Web e prover acesso facilitado ao usuário é a mesma adotada no desenvolvimento do presente trabalho.

Margulies (2005) revela que os professores, que inicialmente eram fornecedores de conteúdo para os projetos OCW e World, passaram a ser consumidores dos seus conteúdos e dos conteúdos gerados por outras disciplinas, a preparar seus cursos com esses conteúdos e desta forma passaram também a se apropriar de novas técnicas ou métodos de ensino. Este fato revela que o envolvimento dos professores, mesmo sendo apenas como fornecedores de conteúdo, acaba por fazê-los se apropriar do material gerado mobilizando-os a adotarem os recursos educacionais produzidos, bem como as TICs e a Web, em suas práticas como professor, provocando uma mudança de paradigmas e de estratégias educacionais.

Muitos trabalhos já foram publicados como resultado de pesquisas sobre o uso de TICs aplicadas ao ensino de Engenharia e o impacto do uso destas tecnologias sobre o perfil do engenheiro no âmbito da Escola de Engenharia. Para citar apenas alguns, além das teses e dissertações já citadas, listam-se as publicações de Ferreira Filho (2003-a, 2003-b, 2004-a, 2004-b, 2004-c, 2004-d), Schnaid (2001, 2002-a, 2002-b, 2003), Zaro (2001) e Henriques (2002), que relatam invariavelmente experiências educacionais que utilizam TICs e/ou Web.

Inúmeros outros trabalhos vêm sendo apresentados no Brasil, através dos congressos promovidos pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) e pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), bem como nas revistas publicadas por estas duas associações. Fora do Brasil pode-se citar importantes publicações sobre ensino de Engenharia, que figuram inclusive no sistema QUALIS<sup>11</sup> da CAPES, como o *International Journal of Engineering Education*, o *International Journal of Continuing Engineering Education*, o *European Journal of Engineering Education* e o *Global Journal of Engineering Education*, além da *American Society for Engineering Education*. Dentre os tópicos abordados pelos artigos publicados nestes veículos encontram-se trabalhos que descrevem o desenvolvimento e aplicação de tecnologias educacionais, como as apresentadas no presente trabalho, embora não se tenha encontrado referência a produtos como a aplicação ENGE0.

---

<sup>11</sup> Qualis é o resultado do processo de classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da produção intelectual de seus docentes e alunos.

### 3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

A produção de recursos para apoiar a prática docente e o aprendizado tomou outra dimensão com o surgimento da Web. As estratégias que devem ser adotadas para as atividades tanto de ensino quanto de aprendizado estão sendo impactadas pelas novas TICs, bem como pelos processos de comunicação baseados em serviços oferecidos em rede de computadores, sendo que Tarouco (2001, p.7) cita que:

A tecnologia de informação e comunicação atualmente disponível oferece novas possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem envolvendo a mediação do processo de comunicação por meio de serviços baseados no WWW, vídeo interativo e realidade virtual. A tecnologia passa a funcionar como elemento catalizador e transformador [...] viabilizando o desenvolvimento de um ambiente de ensino-aprendizagem que, apoiado pela Internet, possa atuar como instrumento de auxílio à uma prática pedagógica diferenciada.

A estruturação das atividades educacionais baseadas na Web, seja como apoio ao ensino presencial ou a distância, passa pelo desenvolvimento de sistemas que dêem suporte a tais atividades. As funcionalidades que este sistema deverá conter dependerão:

- a) do tipo de conteúdo que irá tratar;
- b) das tecnologias que serão adotadas;
- c) da escolha de quais ferramentas serão úteis e efetivamente utilizadas no processo;
- d) do planejamento de como será a interação entre o sistema/professor e sistema/alunos;
- e) e dos recursos disponíveis para sua implementação.

Diversos sistemas comerciais e acadêmicos já foram desenvolvidos e as empresas e grupos de pesquisa continuam investindo tempo e recursos no aperfeiçoamento destes produtos. Cada um modelado com características diferentes, que giram em torno de discussões de cunho pedagógico e tecnológico. A cada tecnologia que surge, novas possibilidades pedagógicas são abertas. Schlemmer (2001) relata que a decisão em adotar um sistema para suporte ao ensino baseado na Web oscila entre reproduzir o modelo presencial ou **adotar iniciativas de mudanças** (grifo do autor) .

Neste sentido, a proposta do presente trabalho é agregar as TICs em um sistema inovador. Loisel (2002) sugere que o uso da Web possibilita o acesso a conteúdos diversos em uma variedade de formatos e que este material pode enriquecer as experiências de aprendizado, desde que as tecnologias de informação e comunicação sejam utilizadas em um contexto pedagógico que aproveite a liberdade que as TICs proporcionam, ou de outra forma elas apenas reproduzem o presencial. Vicari (2003 p.155) complementa afirmando que “todo programa pode ser considerado um programa educacional, desde que utilize uma metodologia que o contextualize no processo de ensino-aprendizagem”.

Assim, novas soluções implicam em mudanças nas posturas de professores e alunos em relação a seus papéis no processo de ensino e aprendizagem, que segundo Schlemmer (2001) implica em novas práticas pedagógicas e **novos modos de produção e tratamento de informações e conteúdos** (grifo do autor).

É consenso que a Web e as TICs se apresentam como alternativas para melhorar as condições de aprendizagem, bem como estruturar conteúdos de cursos tradicionalmente presenciais, além de agregar valor ao trabalho do professor e facilitar a gerência recursos eletrônicos. Como já mencionado, existem inúmeras iniciativas de desenvolvimento de sistemas que reúnem uma série de recursos para estruturação de conteúdos de cursos na Web. Contudo, segundo Santarosa (2001), em muitos casos envolvem “restrições e limitações pertinentes a um ambiente proprietário”.

Teixeira (2002) esclarece que uma das principais características das TICs é encurtar a distância entre o usuário e a informação e que o computador e a Internet, enquanto TICs, são um marco na medida em que quebram paradigmas de modelos educacionais e de gestão de informações.

A revolução tecnológica causada pelas TICs a partir do início da década de 90, quando surgiu a Web e outros serviços da Internet<sup>12</sup>, causou uma transformação na relação entre sociedade e informação, com reflexos também na área educacional.

Castells (1999, apud TEIXEIRA, 2002, p.28) destaca alguns aspectos em relação ao tema esclarecendo que as TICs são tecnologias para agir sobre a informação. Cita ainda que as

---

<sup>12</sup> A Internet é uma rede mundial de computadores na qual estão baseados vários tipos de serviços, como por exemplo a Web, o correio eletrônico, a transferência de arquivos digitais, dentre outros.

TICs são baseadas na flexibilidade e que “[...] cada vez mais as tecnologias específicas estão convergindo para um sistema altamente integrado.”

Um exemplo da afirmação de Castells é a própria Internet, que atualmente oferece serviços como rádio, TV e telefonia. E a aplicação Web ENGE0 se apóia na própria definição do termo TIC, bem como em suas características que, conforme Teixeira (2002, p.131), são “tecnologias utilizadas para tratamento, organização e disseminação de informações”.

A Web é uma revolução nos meios de comunicação. Ela identifica-se como mídia no que diz respeito à difusão de informação. E como TIC, uma vez que aportam tecnologias para tratamento, organização e a disseminação de informações, como mencionado por Teixeira (2002). Complementando, Rocha (2005, p.5) afirma que:

A Web, dessa forma, possui um potencial inigualável na história das telecomunicações. É capaz de servir de porta de entrada não só a todos os serviços da Internet mas também invadir a praia dos tradicionais serviços de voz (telefone), televisão, rádio e mídias impressas, sem falar do impacto que está tendo diretamente nos hábitos da sociedade, mudando as regras do comércio e das relações humanas.

Tendo como base o exposto acima, os próximos itens deste Capítulo apresentarão uma contextualização das TICs em relação aos processos educacionais e aplicações Web, seguido da apresentação das TICs adotadas no ENGE0 e no final deste Capítulo, no item 2, será apresentada uma revisão bibliográfica sobre o uso das TICs no Ensino de Engenharia.

### 3.1 TICs como Aporte a Aplicações Web Educacionais

Segundo Moran (1998), construir conhecimento, hoje, significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma ampla e integral. Moran acredita que o processo de construção do conhecimento é mais bem desenvolvido quando um determinado objeto é acessado de forma conectada com seus múltiplos fatores interferentes, a partir de múltiplos pontos de vista e caminhos, integrados da forma mais rica possível. Esta e outras idéias dessa natureza, que proliferaram na área de pesquisa educacional ao longo da última década, levam a considerar a importância da Web como instrumento de acesso a informações e de construção de um conhecimento com a referida natureza flexível e inter-relacionada. Trata-se de um instrumento, portanto, que não pode ser negligenciado no

que diz respeito a sua utilização como meio para o ensino semipresencial, apoio ao presencial, ou ensino a distância, uma vez que possibilita esse tipo de construção de conhecimento não linear e inter-relacionado. Moran diz ainda que se deve buscar nas áreas da Pedagogia e da Psicologia a fundamentação para a utilização educacional da rede, através de teorias e estratégias pedagógicas que fundamentem o processo de aprendizado mediado por computador. Teorias e estratégias que se agregam, através da rede, às possibilidades abertas pelos conhecimentos das Ciências da Computação e da Comunicação Social. A aplicação Web planejada para comportar o conteúdo de Engenharia de Fundações tem por finalidade atender a essa base didático-pedagógica, porém cabe ressaltar que o planejamento destas estratégias pedagógicas e a forma de uso do software são tarefas do professor.

A aplicação tem duas camadas distintas, o do software e hardware envolvidos no substrato da aplicação, e os conteúdos diversos que estão aportados no ambiente. Desta forma, os alunos terão um ambiente composto de clipes de vídeo, animações, figuras, artigos e arquivos multimídia, associados a outros elementos de apoio, como textos e indicação de endereços na Web relacionados ao tema.

Charlier (2002) e Teixeira (2002) ressaltam que na produção de aplicações Web para apoio ao ensino ocorre muitas vezes a transposição dos recursos pedagógicos usados presencialmente para uma outra forma de apresentação que, invariavelmente, segue o mesmo modelo, simplesmente substituindo a comunicação face-a-face pela comunicação *on-line* ou o material impresso pelo eletrônico, não explorando os recursos específicos oferecidos pelas TICs e pela Internet.

Com base na afirmação acima, além de disponibilizar conteúdos do domínio, a aplicação EN GEO (destinada prioritariamente a alunos de graduação e pós-graduação do curso de Engenharia Civil) tem também como meta, testar as estratégias desenvolvidas, para justificar (ou não) a expansão da mesma idéia para outras áreas. Em especial, para testar a chamada natureza interativa e flexível da Internet, oferecendo aos usuários/estudantes acesso remoto para conteúdo com várias possibilidades de acesso, por área de interesse dentro do domínio, por tipos de mídia específica ou por assunto.

Loiselle (2002) cita o acesso a ferramentas de pesquisa e filtragem de informação em aplicações educacionais baseadas na Web como uma característica desejável para dar suporte ao usuário na busca pessoal de informações. Mecanismos de busca interna e externa, glossário

e vínculos com dicionários ou sistemas de pesquisa bibliográfica são exemplos deste tipo de ferramenta.

Outra característica desejável é a representação do conteúdo tratado através de múltiplos formatos, pois “a utilização de estímulos complementares em um sistema multimídia pode facilitar a aprendizagem. Assim, a inclusão de elementos textuais, gráficos, auditivos e visuais [...] permite que alunos com estilos cognitivos diferentes possam optar pelo modo de apresentação que mais lhes convier.” (LOISELLE, 2002, p.114)

Complementando a citação de Loisel, cada mídia ou ferramenta de interação-cooperação oferecida ao aluno no ambiente virtual deverá contar com a respectiva equação do que Alava (2002) identifica como uma potencialidade da educação em ambiente virtual: o binômio método-mídia. Isso significa que cada tecnologia escolhida pelo planejador-professor deve agregar ao universo pedagógico sua própria contribuição. Um vídeo, cuja característica normalmente costuma estar associada a uma postura de simples recepção do aluno, pode ter sido planejado para mostrar a ele os detalhes do mundo real, da prática profissional à qual o conteúdo se refere, através da documentação de imagens e, se possível, a identificação da relação existente entre essa realidade e o universo de conteúdos.

Neste contexto, um aluno é potencial e simultaneamente, um professor de si mesmo e de seus colegas no mundo virtual, com os quais estiver interagindo, dependendo, é claro, de seu próprio envolvimento e de sua capacidade de participar de operações desse tipo. Neste mesmo contexto é importante que o professor aprenda a operar através dessa nova tecnologia, que demanda destreza, rapidez de raciocínio e ainda, no seu caso, a atenção de um mediador do mundo virtual, se ater aos objetivos de cada unidade e não perder de vista o nível dos alunos e o universo global dos conteúdos.

### **3.1.1 Considerações sobre ambiente educacional e aplicação Web educacional**

Para Valentini (2001), ambiente educacional é todo aquele onde ocorre o binômio ensino-aprendizagem. Ele é tradicionalmente constituído de salas, cadeiras, mesas, material didático,

com um ambiente físico e estático. A aula ocorre em um tempo estabelecido e em espaço determinado, que pode ser a sala de aula ou uma saída de campo.

Por outro lado, entende-se por aplicação Web Educacional uma hierarquia de diretórios e arquivos em uma estrutura padrão, armazenado em um computador. Uma aplicação Web pode ser educacional se projetada para este fim. Segundo Valentini, as relações de espaço e de tempo e a forma de relação do aluno com o conteúdo e com o professor fazem a diferença entre um ambiente e o outro. Conclui-se que uma aplicação Web, portanto, pode ser um ambiente educacional.

Em um ambiente educacional convencional o giz e quadro-negro, o retro-projetor, o projetor multimídia, o livro impresso e o caderno são tecnologias que intermediam o processo de ensino-aprendizagem. Em ambientes educacionais baseados na Web, como a aplicação Web ENGEO, as TICs ocupam esta função.

Na aplicação ENGEO este suporte é dado pelas TICs baseadas na Web como é o caso da plataforma Java e suas tecnologias, do sistema de gerência do banco de dados, das tecnologias usadas na produção de conteúdo, bem como por serviços da Internet implementados para fornecer recursos de comunicação e interatividade entre o usuário da aplicação e seu conteúdo.

A oferta da aplicação pela Web e o uso dos recursos citados no parágrafo anterior cria um ambiente que, se explorado, pode diminuir a distância entre o usuário e a informação (TEIXEIRA, 2002, p.25) e que segundo Loiselle (2002, p.108) “[...] pode enriquecer as atividades de aprendizagem e de ensino. ”.

### 3.2 A Plataforma Java como Base para Aplicações Web

Neste item serão apresentadas uma descrição relativamente criteriosa da plataforma Java e sua história, contextualizando-a em relação a Web. Julgou-se importante, por ela ser um componente fundamental na estrutura da aplicação ENGEO. A plataforma Java fornece suporte em diferentes camadas da aplicação, da interface com o usuário à comunicação com o banco de dados, do tratamento de solicitações e respostas aos usuários aos mecanismos de funcionamento do componente que distribui a aplicação ENGEO pela Web.



Java é uma linguagem de programação, introduzida no mercado em 1995 e foi desenvolvida como parte de um projeto chamado *Green*, que teve início em dezembro de 1990 pela Sun Microsystems (BYOUS, 2004). O objetivo deste projeto era identificar as novas tendências computacionais do mercado e como a Sun poderia tirar vantagem delas. Depois de identificar que a principal tendência para os próximos anos seria a de dispositivos eletrônicos móveis de uso pessoal, a equipe comandada por Patrick Naughton, Mike Sheridan e James Gosling, sendo este último o creditado pelo desenvolvimento da linguagem de programação, partiu para o desenvolvimento de um protótipo para demonstrar as futuras possibilidades em dispositivos digitais. No verão americano de 1992, foi apresentado o protótipo, um dispositivo portátil de entretenimento pessoal chamado StarSeven ou \*7 (GOSLING, 2004; GOMES, 2004).

Para possibilitar o controle do StarSeven e sua interação com o usuário e com outros dispositivos domésticos inteligentes, James Gosling criou uma nova linguagem de programação, à qual deu o nome de Oak e que mais tarde foi rebatizada de Java (GOSLING, 2004).

Com o protótipo finalizado, a equipe ofereceu a nova tecnologia às empresas de TV a cabo mostrando o que podia ser feito. Ela era interativa e os usuários poderiam ler e escrever informações no sistema. Mas, as companhias de TV a cabo digital acharam que não era viável a aplicação desta tecnologia naquele momento (BYOUS, 2004; GOMES, 2004; DEITEL, 2003).

Nesta mesma época (1993) a Internet começa e se tornar popular. O marco desta transformação foi o lançamento da primeira versão do navegador Mosaic desenvolvido por Marc Andreessen e Eric Bina no *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA) da Universidade de Illinois (BANK, 2004). Este software possibilitava navegar pela Internet através de uma interface gráfica. Neste momento surge o embrião do acesso a conteúdo multimídia pela World Wide Web (WWW ou Web) expandindo a criação de Berners-Lee (2005) e dando fim à primeira parte da história iniciada por Bush (2005) e Nelson (2005), que possibilitaria o tráfego de conteúdo como imagens, textos, sons e vídeos através de uma rede com dispositivos heterogêneos usando HTML. Esta era exatamente a essência do trabalho desenvolvido por Gosling e sua equipe, a diferença era apenas a mídia utilizada, e a partir daí, todos os esforços da equipe se voltam ao desenvolvimento para Internet da linguagem Java.

Em pouco tempo a equipe apresenta o *browser* WebRunner, em seguida rebatizado de HotJava, capaz de fazer o *download* e a execução de programas em Java via Internet (1995). Poucos meses depois, a Netscape Corporation lança uma nova versão de seu navegador Navigator também capaz de efetuar o *download* e a execução de pequenas aplicações Java então chamadas applets (BANK, 2004).

A linguagem Java, resultado de um trabalho de pesquisa que fazia parte de um projeto de incorporação de soluções inteligentes ao cotidiano das pessoas, migrou os esforços de desenvolvimento para a Internet, e decorrente disso ela apresenta características não apenas de uma linguagem de programação, mas de todo um ambiente de desenvolvimento e execução de programas que exhibe as facilidades proporcionadas pela orientação a objetos, pela portabilidade do código produzido, pelas características de segurança que esta plataforma oferece e pela facilidade de sua integração com outros ambientes, em especial a Internet.

### **3.2.1 Características da linguagem Java**

Java é uma linguagem compilada e interpretada simultaneamente. Esta característica ocorre em função da plataforma Java ser composta de um ambiente de execução chamado *Java Runtime Environment*. O JRE tem por finalidade interpretar os programas escritos em Java e processá-los, executando as instruções que foram definidas no programa.

Um ambiente Java típico teria como primeira etapa de desenvolvimento, a edição do código-fonte da aplicação. Este código-fonte é armazenado no computador em arquivos com a extensão *.java* e pode ser editado em qualquer IDE ou editor de texto puro, como o Bloco de Notas do Windows ou o VI do Linux. Para gerar uma aplicação a partir do código-fonte deve-se iniciar pela compilação deste código. Nesta segunda etapa usa-se o comando *javac* fornecido pelo JDK. Se for usada uma IDE, normalmente este comando é acessado graficamente através de um botão, mas como já relatado, qualquer operação que se deseja realizar também é possível através de linha de comandos<sup>13</sup> (Figura 1). O código-fonte compilado gera um arquivo com a extensão *.class* com o mesmo nome do arquivo do código-fonte (BOMFIM JÚNIOR, 2002; DEITEL, 2003; GOMES, 2004).

```
C:\ Prompt de comando
F:\testes\artigos>javac Cldata.java

F:\testes\artigos>dir
O volume na unidade F é WORK
O número de série do volume é F1F2-3229

  Pasta de F:\testes\artigos

25/02/2005  15:22    <DIR>          .
25/02/2005  15:22    <DIR>          ..
17/01/2002  16:33                1.547 ArtigoServlet01.java
22/11/2004  22:58                7.328 ArtigoServlet02.java
22/11/2004  23:00                7.371 ArtigoServlet03.java
22/11/2004  23:00                4.916 ArtigoServlet04.java
22/11/2004  23:00                5.004 ArtigoServlet05.java
22/11/2004  23:00                7.814 ArtigoServlet06.java
22/11/2004  22:59                8.672 ArtigoServlet07.java
22/11/2004  23:00                7.871 ArtigoServlet08.java
22/11/2004  23:00                5.050 ArtigoServlet09.java
22/11/2004  23:00                4.718 ArtigoServlet10.java
25/02/2005  15:22                1.313 Cldata.class
18/01/2002  11:33                1.004 Cldata.java
23/11/2004  19:11                3.079 Conecta.java
19/01/2002  16:39                695 EscritorDeArquivos.java
17/01/2002  21:16                227 IdSessao.java
30/01/2002  09:31                1.262 Pesquisa.java
25/02/2005  14:04                700 Usuario.class
16/01/2002  15:17                516 Usuario.java
                18 arquivo(s)
                2 pasta(s)  5.773.672.448 bytes disponíveis

F:\testes\artigos>
```

Figura 1: Uso do comando javac (Java Compiler) através de linha de comando e visualização dos arquivos de código-fonte \*.java e os bytecodes \*.class já compilados.

Neste processo de compilação o código-fonte é transformado em **bytecodes**, que é o conteúdo do arquivo *.class* gerado, e são usados como instruções que são **interpretadas** pelo JRE. Desta forma qualquer computador que tenha o JRE instalado pode executar os programas Java, independente de sistema operacional. Portanto, uma vez compilado o código-fonte ele poderá ser executado com a mesma eficiência em qualquer sistema operacional, dando aos programas Java uma de suas características mais importantes, a portabilidade. (BOMFIM JÚNIOR, 2002; DEITEL, 2003; GOMES, 2004).

Fica claro que o ambiente de execução vai depender do sistema operacional, sendo assim o usuário necessita apenas instalar a versão do JRE adequado para sua versão de sistema operacional, que lê e interpreta os bytecodes convertendo-os em código nativo<sup>14</sup> através da

<sup>13</sup> Linha de comando ou *prompt* é uma interface existente em qualquer sistema operacional que permite ao usuário executar comandos e interagir com o computador em formato exclusivamente de texto, sem interface gráfica.

<sup>14</sup> É o código específico executado no ambiente de um determinado sistema operacional. Normalmente as compilações geram código nativo para um sistema operacional específico (Linux, Unix, Windows, Solaris,...). Isto faz com que seja necessário existir versões de um mesmo software para plataformas diferentes, ou que um

execução do comando *java* fornecido pelo JDK. Na Figura 2 pode-se observar um típico ambiente Java de desenvolvimento e produção, ressaltando a portabilidade da linguagem Java. Já na Figura 3 pode-se observar um esquema detalhado do ambiente de execução de aplicações Java.

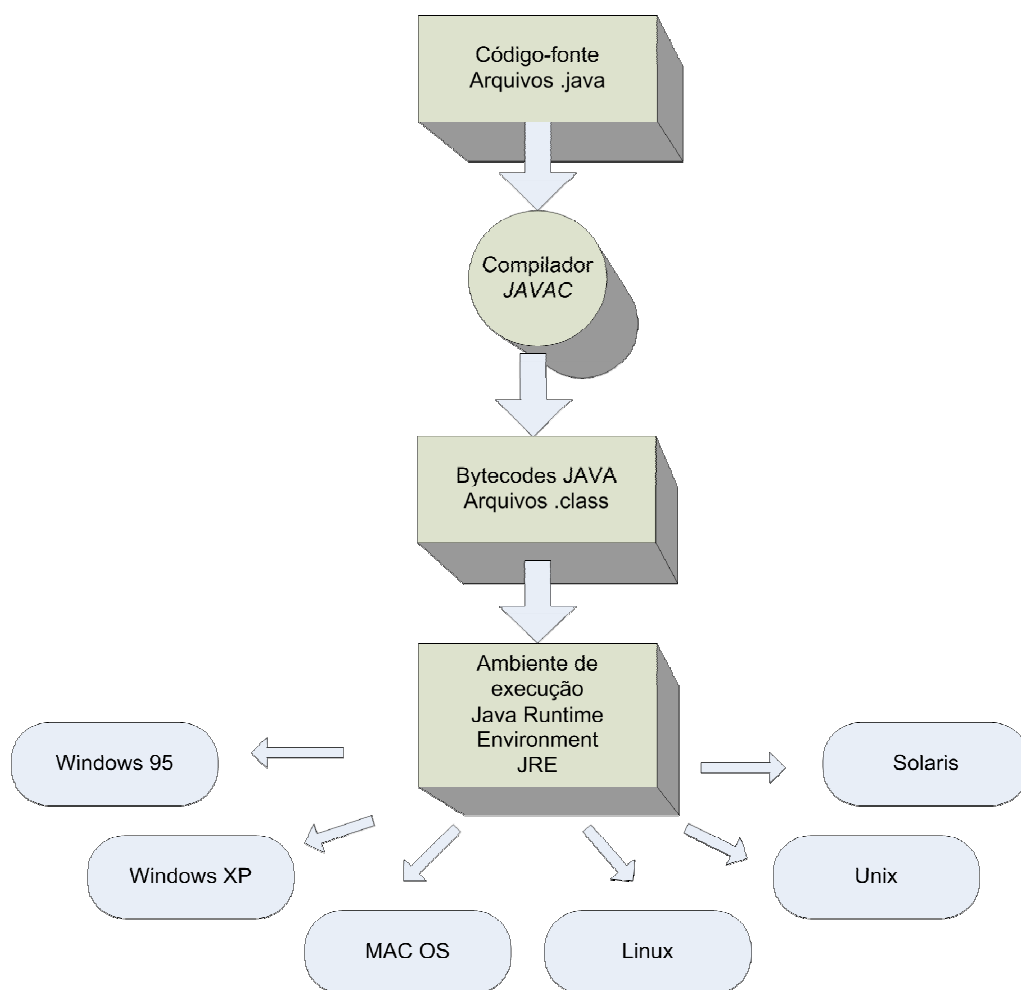


Figura 2: Diagrama esquemático de um típico ambiente multiplataforma Java

Outra característica importante do Java é o paradigma de programação de Orientação a Objetos. Segundo Bomfim Júnior (2002, p.44) Programação Orientada a Objetos (POO) é um dos “[...] paradigmas mais fortes no presente momento no que se refere à programação.” A POO é uma técnica de programação que simula o mundo real.

---

determinado software só **rode** em um determinado sistema operacional ou em uma versão específica deste sistema operacional.

A metáfora que pode-se fazer é que no mundo real não existe um único objeto de cada tipo. Por exemplo, os computadores se diferenciam em suas características, desde ergonômicas e design até configuração e desempenho, ou função e usabilidade. Mas embora com estas diferenças, podemos classificar todos como integrantes da **classe** computador. Desta forma, objetos diferentes podem ter comportamento e atributos semelhantes (DEITEL, 2003). Portanto, segundo Bomfim Júnior (2002, p.45), “[...] uma classe é [...] uma categorização universal para um objeto qualquer.”, e para Gomes (2004, p.5) “é o modelo que define como o objeto deve ser [...], ou seja, uma categoria para objetos.”.

Para relacionar-se com os objetos do mundo, denomina-se estes objetos de alguma forma e é natural para o entendimento de mundo, criar uma classificação para as coisas, ou seja, criar classes de objetos para facilitar a compreensão do mundo, e assim é na POO com Java. Esta nova forma de programar, embora mais complexa, é muito mais apropriada para o desenvolvimento de sistemas, pois permite tratar os problemas de forma semelhante ao entendimento de mundo que se conhece por **real**, ao invés de dirigir a solução para as características de funcionamento dos computadores tal como faz o paradigma da programação procedural. Assim, a programação POO é uma forma de programação que se baseia na construção de classes e na criação de objetos destas classes, fazendo que estes trabalhem em conjunto para que os propósitos da criação de um programa sejam atingidos.

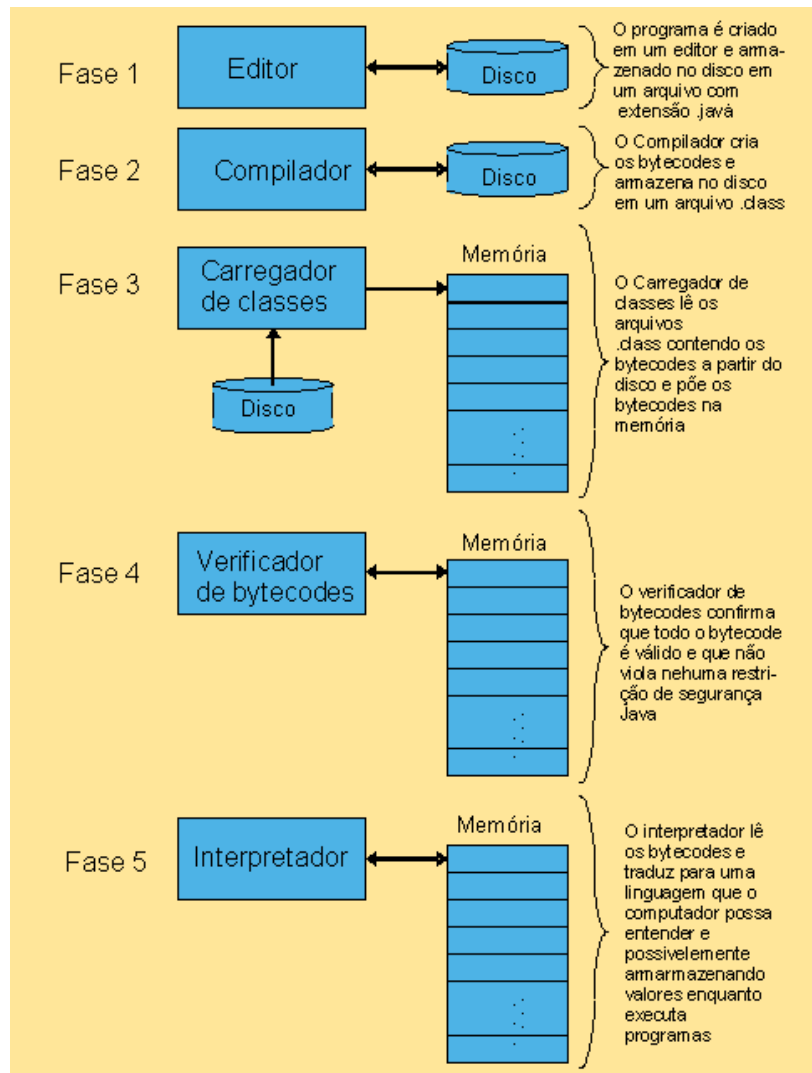


Figura 3: Esquema detalhado do ambiente de execução (DEITEL, 2003, p.63)

Neste sentido, pode-se afirmar que programar em Java é criar **objetos**, definindo as propriedades e comportamentos, que em Java são denominadas propriedades de **atributos** e comportamentos de **métodos**, sendo uma classe uma generalização de características (propriedades e comportamentos) e objeto uma instância particular de uma classe diferenciada por suas características específicas. Ao criar um objeto a partir de uma classe, cria-se uma **instância** desta classe. Este objeto herda os métodos e atributos estendendo as características genéricas da classe permitindo uma particularização de seus atributos. À característica anterior é dado o nome de **hereditariedade**. (BOMFIM JÚNIOR, 2002; DEITEL, 2003)

Por questões de segurança e design seus métodos e atributos podem ser ocultados do usuário final. Isto é, o programador disponibiliza apenas as informações necessárias à compreensão de como utilizar a classe, mas não fornece documentação sobre as funcionalidades internas da

classe. Por exemplo, qualquer usuário é capazes de obter as horas no relógio digital do seu computador, embora não se saiba como funciona o mecanismo do relógio nem do mecanismo que mostra ele na tela. E mesmo que se soubesse, em nada mudaria a hora fornecida. À esta característica é dado o nome de **encapsulamento** (BOMFIM JÚNIOR, 2002; DEITEL, 2003). Ou seja, ao se utilizar uma API é necessário somente conhecer os métodos e atributos de que ela dispõe e quais os requisitos necessários para fazê-los funcionar.

Na linguagem Java as classes estão contidas nas APIs que são fornecidas pelo J2SE (Figura 4) ou por APIs desenvolvidas por terceiros, e a tarefa de programação resume-se a conhecer as funcionalidades que a API oferece, isto é, suas classes, e como usá-las. Estas APIs contêm **pacotes** de classes onde **javax.servlet.jsp** e **javax.servlet.http** são exemplos de pacotes de classes das APIs JSP e Servlet respectivamente.

Pacotes, ou *packages*, são conjuntos de declarações de *classes* e *interfaces*. Todo programa Java é organizado como um conjunto de pacotes. As APIs são fornecidas através de arquivos com extensão *.jar*. JARs são formatos de arquivos compactados como o formato ZIP, que mantém a estrutura de diretórios onde as classes da API estavam armazenadas quando foram compactadas. Desta forma, os pacotes **javax.servlet.jsp** e **javax.servlet.http** foram compactados pelos programadores da Sun a partir de seus respectivos diretórios */javax/servlet/jsp* e */javax/servlet/http*, englobando todos os arquivos *.class* que representam o pacote, suas classes e interfaces.

Adicionalmente, é possível que um usuário crie suas próprias classes e APIs, mas não é o propósito deste trabalho discutir a programação em Java neste nível. No caso deste projeto, foram usadas diretamente as APIs JSP e JDBC, e indiretamente a API Servlet, todas descritas no item 5.1.

### **3.2.2 Recursos para Desenvolvimento e Programação com Java**

A linguagem Java, apesar de ser propriedade da empresa Sun Microsystems, teve seu código fonte aberto e disponibilizado na Internet para que qualquer desenvolvedor pudesse criar e agregar novas funcionalidades à linguagem, o que vem acontecendo desde 1995. Como consequência, vem se tornando uma linguagem robusta e com mais recursos e soluções de

terceiros à disposição dos usuários e programadores, além da própria Sun lançar atualizações periódica com novos recursos para a plataforma Java.

O ambiente Java é constituído de várias partes: um *framework* de desenvolvimento, um ambiente de execução, a linguagem propriamente dita e as interfaces de programação, que são conhecidas como APIs (*Application Programming Interface*). O conjunto destas partes chama-se Plataforma Java e pode ser dividido no ambiente de execução chamado Máquina Virtual Java (*Java Runtime Environment - JRE*) e no pacote de desenvolvimento *Java Development Kit* (JDK).

Na Figura 4 é mostrada a estrutura completa da atual Plataforma Java, a J2SE 5.0. Deve ser observado que o JDK não é um ambiente visual de desenvolvimento, embora seja possível o desenvolvimento de aplicações gráficas complexas apenas com o uso da linha de comando e os recursos do JDK que, de fato, era o padrão em termos da tecnologia Java até pouco tempo.

Hoje, existem fabricantes de software tais como Microsoft, Borland e IBM oferecendo comercialmente ambientes visuais de desenvolvimento Java, e comunidades e fundações de código aberto e software livre como o NetBeans Community<sup>15</sup>, patrocinada pela própria Sun, e o Eclipse Foundation<sup>16</sup>, um consórcio entre várias empresas, que oferecem ótimos softwares, sendo eles o NetBeans e o Eclipse, respectivamente.

---

<sup>15</sup> O NetBeans foi iniciado como um projeto de estudantes da República Tcheca em 1996 até ser adquirido pela Sun Microsystems em Outubro de 1999. É software livre de código aberto sob a licença Sun Open Source. Maiores informações em <http://www.netbeans.org/>

<sup>16</sup> Eclipse Foundation é um consórcio de empresas que visam o desenvolvimento e fornecimento de uma ferramenta de desenvolvimento flexível, multilíngüe, multi-plataforma e com facilidades para criar, integrar e utilizar ferramentas de software, economizando tempo e dinheiro. Maiores informações em <http://www.eclipse.org/>



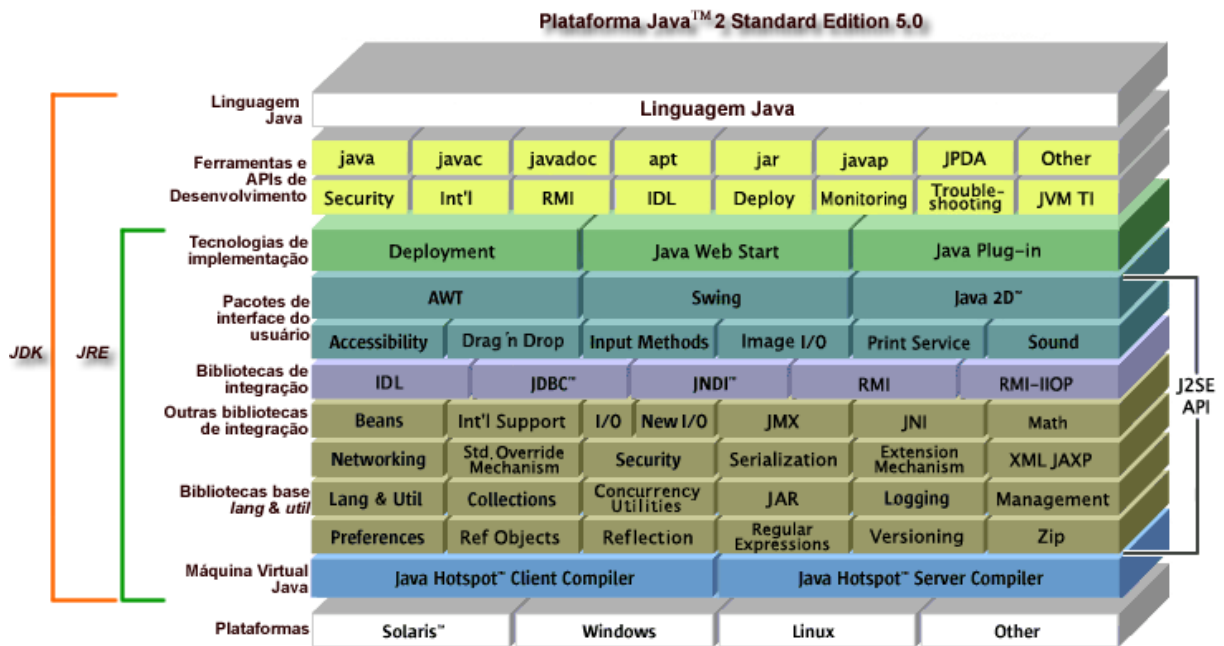


Figura 4: Estrutura da Plataforma Java (JDK™ 5.0 DOCUMENTATION, 2004)

Vale ressaltar que não se utilizou toda a estrutura disponibilizada pela plataforma Java, visto que para o ENGEO apenas uma pequena parte de toda esta estrutura fez-se necessária. Basicamente, foram usadas as APIs JDBC e JSP diretamente na etapa de programação e algumas ferramentas e APIs do JDK e do JRE que são implementados pelo container Tomcat.

Um detalhe importante é que as APIs JSP e Servlet não fazem parte do J2SE e sim do J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*) que traz incorporado um container Web próprio para desenvolvimento e implementação das aplicações Web. No presente trabalho foram utilizadas as APIs JSP e Servlet que acompanham o *container* Tomcat, pois qualquer container Java deve implementar esta API, sendo que o Tomcat é a base da Implementação de Referência (*Reference Implementation - RI*) das especificações das APIs JSP e Servlet implementadas no J2EE, respectivamente JSR-245 e JSR-154. (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-a)

As JSR (*Java Specification Requests*) são as especificações de todas as tecnologias da Plataforma Java e a JCP (*Java Community Process*) é a comunidade que tem a responsabilidade pelo desenvolvimento da tecnologia Java. (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-a)

Desta forma, o *framework* de desenvolvimento neste trabalho foi constituído pelo J2SE 5.0 e pelos Ambientes Integrados de Desenvolvimento (*Integrated Development Environment - IDE*) Eclipse e Macromedia Dreamweaver MX™.

### 3.2.3 Sistemas de gerenciamento de bancos de dados e gestão de informação

Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBD) são resultados de pesquisas na área de banco de dados desenvolvidas no início da década de 70. O objetivo era facilitar o desenvolvimento de aplicações de Bancos de Dados (BD), que nesta época eram caros e difíceis de usar, pois eram produtos programados por especialistas e só manuseado por especialistas. Um dos produtos destas pesquisas foi um tipo de SGBD, conhecido como **SGBD relacional** (HEUSER, 2004).

Segundo Cood (1979), os bancos de dados relacionais surgiram em função das frustrações dos programadores de ter que tratar com problemas como a desordem dos modelos de armazenamento existentes na época, e problemas com a manutenção dos dados armazenados.

Estas pesquisas resultaram também em padrões para o desenvolvimento de projetos de BD que no início eram realizados empiricamente e levava em conta o conhecimento heurístico do projetista. Atualmente, um projeto de BD usa técnicas e ferramentas padronizadas em todas as etapas de desenvolvimento.

Um projeto de BD passa por três fases. A primeira é a **modelagem conceitual**, que visa abstrair do mundo real, de um domínio de conhecimento, as informações com as quais se vai trabalhar. A segunda é o **projeto lógico** em que se define as estruturas de dados que implementarão o modelo da fase anterior. E a última etapa é o projeto físico em que se definem parâmetros específicos em relação ao SGBD adotado. Esta última fase é a implementação propriamente dita<sup>17</sup>. (HEUSER, 2004; DATE, 2004, RAMAKRISHNAN, 2001).

Seguindo os passos descritos acima, a definição do modelo a ser implementado no SGBD passa necessariamente pela modelagem conceitual ou semântica do domínio a ser trabalhado. A técnica de modelagem é chamada Entidade-Relacionamento (ER) e foi proposta por Chen (1976). Ele esclarece que modelagem ER é uma técnica para projetar bancos de dados que “[...] adota uma visão mais natural do mundo real que consiste em entidades e relacionamentos. Ela incorpora algumas informações semânticas importantes sobre o mundo real” (CHEN, 1976, p.9-10).

---

<sup>17</sup> No item 4.2 serão apresentadas as etapas de desenvolvimento do banco de dados usado pela aplicação ENGE0.

Mas o que era para ser uma vantagem desta técnica é apontado por Heuser (2004) como um dos principais problemas. Os erros semânticos e de interpretação do que se quer modelar causam distorções no modelo conceitual obtido. O próprio Chen (1976) alerta para o fato de que duas pessoas podem dar significado diferente para um mesmo objeto ou conceito. Uns podem identificar um conceito como entidade outros como relacionamento, por exemplo. Heuser (2004) ainda afirma que diferentes modelos podem representar a mesma realidade. Porém, Heuser (2004) e Date (2003) concordam que a modelagem ER pode servir de base para qualquer metodologia de projeto. Contudo, ao referir-se à modelagem, Nock (2004) afirma que uma modelagem de dados bem planejada é o melhor fundamento para um acesso a dados de forma eficiente.

A partir da contribuição de Chen (1976), Ramakrishnan (2001), Date (2003), Heuser (2004) e Nock (2004) torna-se necessário conhecer o significado de alguns conceitos envolvidos no processo de desenvolvimento de uma modelagem de dados.

O conceito fundamental da abordagem ER é o conceito **entidade**, que é um conjunto de objetos do mundo real e que para Date (2003) representam objetos perceptíveis. O termo *objeto* aqui é empregado com o mesmo significado usado em POO, ou seja, de instância de uma classe, no caso, de entidades. Para Chen (1976), entidade é uma *coisa* pode ser identificada distintamente.

Outro conceito que se deseja descrever em uma modelagem conceitual é a relação entre entidades, onde **relacionamento** é a associação entre entidades (DATE, 2003, HEUSER, 2004). A cardinalidade máxima em um relacionamento pode assumir **1** e **N** e suas combinações entre entidades podem ser **uma para um**, **um para muitos** e **muitos para muitos**, indicando qual a possibilidade de ocorrência de entidades em um relacionamento. A cardinalidade mínima define se a entidade tem ocorrência obrigatória ou não em um relacionamento.

**Atributo** é o último dos conceitos fundamentais da abordagem ER a ser visto. Um Atributo é um dado que é associado a cada ocorrência de entidade ou relacionamento e identificador de entidades é um tipo de atributo que distingue ocorrências de entidades ou relacionamentos. (DATE, 2003; HEUSER, 2004).

Em síntese, bancos de dados relacionais são implementações do modelo de dados relacional, sendo que o modelo relacional define a maneira como os dados podem ser representados (estrutura de dados), as técnicas usadas para proteger os dados (integridade de dados), e as operações que podem ser executadas sobre esses dados (manipulação de dados). (COOD, 1970). Detalhes de implementação desta tecnologia na aplicação Web ENGE0 serão mostrados no item 5.2.

SGBDs são a base de sistemas de gestão de informação, sendo que este é setor estratégico em qualquer atividade, tanto que Vaswani (2004) cita empresas como a Microsoft e a Oracle, que investem milhões de dólares anuais em pesquisas no desenvolvimento de sistemas de bancos de dados comerciais, e além disso, estão preocupadas em aplicar os resultados das pesquisas para resolver os problemas internos de gestão de informação e implementá-las em suas próprias aplicações.

Nock (2004) complementa que sistemas de gestão de informação, baseados em sistemas de bancos de dados, estão presentes em uma infinidade de domínios de aplicação como finanças, educação, recursos humanos, comércio e são acessados por interfaces diversas.

As empresas têm adotado SGBDs relacionais para garantir consistência de informações, bem como integridade de dados, fundamentais para tomadas de decisão, sendo que a gestão de informação é considerada uma área estratégica para o desenvolvimento da sociedade em todos os segmentos (TEIXEIRA, 2002) .

Neste cenário, as afirmações de Cood (1970), Teixeira (2002) e Vaswani (2004) ressaltam a importância de SGBDs, no contexto das TICs, na gestão de informações. Com a Web, Ramakrishnan (2001) acrescenta que dados e serviços podem ser oferecidos diretamente aos consumidores de formas até pouco tempo impensadas. Observa-se que onde ele se refere a consumidores, podem-se usar alunos, que na verdade são consumidores de um tipo específico de conteúdo.

Ramakrishnan (2001) coloca ainda que a maior parte dos *sites* atualmente armazena uma grande parte dos dados, se não todos, em sistemas de bancos de dados e relata a importância de SGBDs em aplicações baseadas na Web. A integração de bancos de dados em aplicações Web permite a programação de funcionalidades que dão suporte a ações como: definir acesso por senha a determinadas áreas da aplicação e determinar privilégios de acesso a estas áreas;

compor dinamicamente o conteúdo que será enviado ao usuário; e a manutenção do conteúdo do banco de dados através da própria aplicação, tornando a gestão das informações um processo mais amigável.

Porém, surge um problema técnico decorrente da colocação anterior de Ramakrishnan (2001), problema que também é relatado por Nock (2004). Múltiplas solicitações simultâneas podem provocar sobrecarga do sistema. Cada solicitação é um novo processo que usa recursos da máquina para processamento de entrada e saída de informações. Este é um problema real em servidores de aplicações que disponibilizam dados na Web através de SGBDs.

A solução é a adoção de uma tecnologia que suporte e gerencie concorrência de acesso a dados, e Ramakrishnan (2001) assinala que das tecnologias de processamento *server-side*, a plataforma Java é uma das escolhas naturais que atende às demandas e que estendem as funcionalidades dos servidores de aplicações. Na Figura 5 vê-se uma arquitetura de uma aplicação Web com acesso a uma base de informações usando as tecnologias Java, que representa o modelo de implementação discutido nos parágrafos acima.

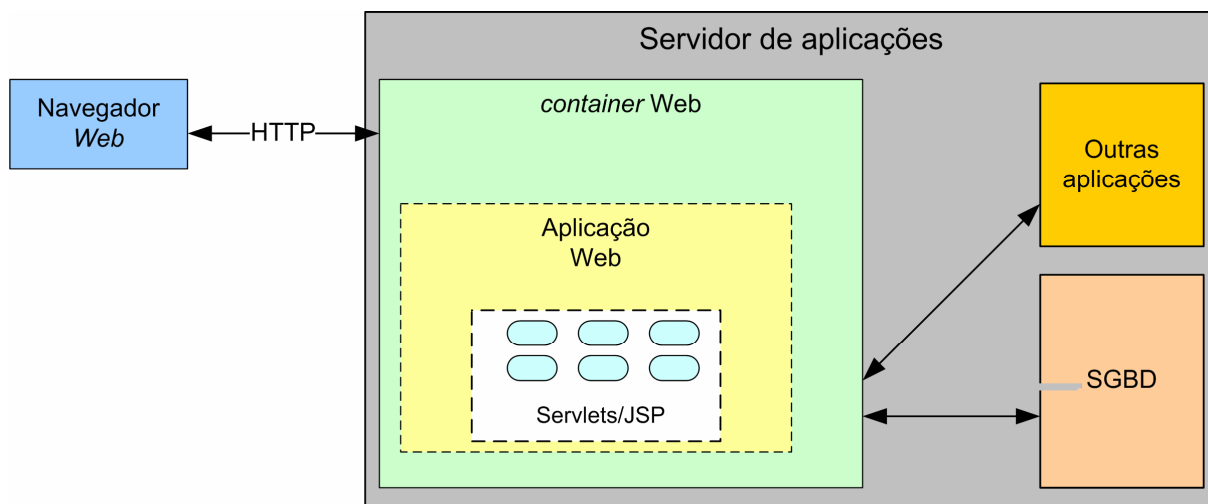


Figura 5: Arquitetura proposta por RAMAKRISHNAN (2001, p.650)

No próximo item será abordada uma tecnologia de informação que possibilita a disponibilização de recursos de áudio e vídeo pela Web. Esta tecnologia é um dos componentes da arquitetura proposta para aplicação ENGEO e se integra a arquitetura proposta por Ramakrishnan na Figura 5.

### 3.2.4 Interatividade na Web com JavaScript

Quando a Web foi criada em 1990, as páginas de *sites* eram estáticas. A criação de BERNERS-LEE (2005) permitia a visualização de gráficos e imagens integrados a texto através de um interpretador do código de formatação HTML, o navegador Web. No item 3.2 podem ser encontradas mais informações a respeito do início da Web. Nesta época a interatividade na Web se resumia à navegação hipertextual.

Contudo, para obter alguma interação entre o usuário e uma página, ou seja, para que a página faça algo em resposta a alguma ação do usuário, é necessário que se adicione de alguma forma uma linguagem de programação que instrua a página a responder a determinadas ações do usuário ou eventos durante uma sessão de navegação. E para que isto ocorra é necessário que esta linguagem seja executada no mesmo computador do navegador que está acessando a página (CHAPMAN, 2004).

Introduzido em 1995, a linguagem JavaScript surgiu para permitir que desenvolvedores pudessem dar dinamismo às páginas Web. Marc Andreessen, já citado no 3.2, co-criador do primeiro navegador Web em 1993, o Mosaic, fundou a empresa Netscape, que tinha como produto o navegador Web homônimo. Já na versão 2 *beta* do navegador, ele anunciava em conjunto com a Sun, a inclusão de uma linguagem de *script* para criação e customização de aplicações baseadas na Web. Vinte e oito empresas líderes do setor de computação endossavam a linguagem JavaScript como um complemento da linguagem Java para aplicações Web. Os créditos do desenvolvimento da linguagem são divididos com Brendan Eich, engenheiro que projetou e implementou a linguagem (NETSCAPE COMPANY PRESS RELATIONS, 2004-a e 2004-b).

Para acompanhar a demanda gerada pelo rápido crescimento e aceitação do JavaScript em aplicações Web, a Microsoft implementou o suporte à linguagem em seu navegador Web. Logo, passaram a co-existir versões diferentes da linguagem JavaScript implementadas no Internet Explorer<sup>18</sup> e no Netscape Navigator<sup>19</sup>. A linguagem tornou-se amplamente aceita entre os desenvolvedores de aplicações Web, que tinham que lidar com o problema de incompatibilidade entre as versões de código para os dois principais navegadores do mercado. A solução foi encontrada em 1996, quando foi submetida para a European Computer

---

<sup>18</sup> Navegador Web produzido pela empresa Microsoft Corporation<sup>®</sup>.

<sup>19</sup> Navegador Web produzido pela empresa Netscape<sup>™</sup>.

Manufacturers' Association (ECMA) a proposta de um padrão para a linguagem. A linguagem, atualmente na versão 1.5, está especificada na norma ECMA-262, também tendo sido aprovada pela International Organization for Standards (ISO) na norma ISO-16262. (ECMA INTERNATIONAL, 2005; HORWAT, 2003)

A linguagem JavaScript, hoje um projeto da Fundação Mozilla<sup>20</sup>, e a linguagem Jscript da Microsoft, são implementações da especificação ECMA-262. Uma característica dessas implementações é que elas são interpretadas. Define-se para o presente trabalho JavaScript como o termo adotado para representar todas as possíveis implementações desta norma, e daqui em diante usa-se somente este termo.

Ser interpretada significa que ela é uma linguagem de *script* dinâmica, que é **lida** pelo navegador, carregada na memória da máquina do cliente e executada a partir de algum evento específico. Os eventos podem ser um clique em um *link*, o carregamento ou descarregamento de uma página, o ato de passar o *mouse*, sobre algum elemento da página e outros (ROCHA, 2005; HORWAT, 2003).

Como vimos, um *script* em JavaScript passa por dois momentos para ser executado. Ele, inicialmente, é interpretado pelo navegador e carregado para a memória do computador que está lendo a página e, após algum evento ocorrido na página, o *script* é executado. Geralmente, as funções em JavaScript são programadas no cabeçalho das páginas HTML. As páginas HTML são divididas em corpo e cabeçalho, representadas pelas *tags* de abertura e fechamento `<head></head>` e `<body></body>` respectivamente. A primeira ação que um navegador executa é ler o cabeçalho da página HTML. Ao encontrar uma função em JavaScript ele a interpreta e a carrega para a memória do computador que está acessando a página. Uma vez a função estando carregada, o navegador fica esperando por algum evento para disparar a função (NETSCAPE COMMUNICATIONS CORPORATION, 2004; ROCHA, 2005).

---

<sup>20</sup> A Fundação Mozilla foi criada após a compra da Netscape pela America Online em 2003. A Fundação Mozilla é uma fundação sem fins lucrativos que dá suporte a projetos de software livre e código aberto da Divisão Netscape, entre eles o próprio navegador Web Netscape e a manutenção da linguagem JavaScript.

```

73 <script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
74 <!--
75 function MM_reloadPage(init) { //reloads the window if Nav4 resized
76   if (init==true) with (navigator) {if ((appName=="Netscape")&&(parseInt(appVersion)==4)) {
77     document.MM_pgW=innerWidth; document.MM_pgH=innerHeight; onresize=MM_reloadPage; }}
78   else if (innerWidth!=document.MM_pgW || innerHeight!=document.MM_pgH) location.reload();
79 }
80 MM_reloadPage(true);
81
82 function MM_showHideLayers() { //v6.0
83   var i,p,v,obj,args=MM_showHideLayers.arguments;
84   for (i=0; i<(args.length-2); i+=3) if ((obj=MM_findObj(args[i]))!=null) { v=args[i+2];
85     if (obj.style) { obj=obj.style; v=(v=='show')?'visible':(v=='hide')?'hidden':v; }
86     obj.visibility=v; }
87 }
88 //-->
89 </script>
90 <script language="JavaScript" src="../mm_menu.js"></script>
91 </head>
92 <body leftmargin="0" topmargin="0" marginwidth="0" marginheight="0" class="cabec1" onLoad=
93   MM_preloadImages("../imagens/biblio2.jpg", "../imagens/links2.jpg", "../imagens/livros2.jpg", ..
94   /imagens/usuarios2.jpg", "../imagens/reposi2.jpg", "../imagens/crono2.jpg", "../imagens/ementa2.jp
95   g", "../imagens/notas2.jpg", "../imagens/mural2.jpg", "../imagens/dici2.jpg", "../imagens/busca2.jp
96   g")>
97 <script language="JavaScript1.2">mmLoadMenus();</script>
98 <table width="826" height="129" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
99 <tr>
100 <td width="826" height="129" colspan="2" align="right" valign="top"><table width="500"
101 height="92" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
102 <tr>

```

Funções em JavaScript declaradas no cabeçalho da página Web

Inclusão de arquivo externo com funções em JavaScript

Evento (onLoad) que desencadeia a execução da função (MM\_preloadImages)

Figura 6: Figura mostrando a declaração de funções em JavaScript, a inclusão de uma fonte externa de funções e o evento que desencadeia uma das funções.

Na Figura 6 é mostrada a inclusão de funções em uma página, onde pode-se visualizar a declaração das funções no cabeçalho ocorrendo de duas formas. A primeira com a função explicitamente escrita no cabeçalho (entre as linhas 73 e 89), a outra incluindo um arquivo externo com uma biblioteca de funções que ficam disponíveis da mesma forma que as anteriores (linha 90). E finalizando, é visto o evento *onLoad* que desencadeia a execução da função *MM\_preloadImages* declarada na linha 75, e na linha 93 é vista outra sintaxe para execução de uma função, no caso a função *mmLoadMenus*.

### 3.3 Tecnologias para Produção de Conteúdo

Algumas características se sobressaem no momento da escolha das tecnologias que serão adotadas para produção dos OE que irão compor o repositório da aplicação ENGE0. As



principais características desejadas para estes OE são que eles sejam independentes de plataforma e eficientes em quaisquer condições de acesso do usuário.

Em função das características desejadas, buscaram-se as tecnologias que implementavam algoritmos de compactação e que pudessem ser acessadas pela Web basicamente usando-se um navegador como cliente. Das tecnologias utilizadas para produção dos conteúdos dos OE, três necessitam de *plug-in* para poderem ser visualizadas no navegador Web:

- a) a tecnologia de *streaming* necessita que o usuário tenha instalado um software cliente para receber áudio e vídeo. O sistema adotado foi o Helix da RealNetworks e está descrito no item 3.3.1. Esta tecnologia foi utilizada para produção de audiovisuais que compõem o repositório;
- b) a tecnologia de **documentos portáteis** será apresentada no item 3.3.4. Os documentos produzidos são acessados através de um visualizador de documentos que interpreta esta tecnologia;
- c) e a tecnologia usada para filmes vetoriais Shockwave Flash (SWF) que também necessita da instalação de um software que habilita os navegadores Web a mostrar conteúdo neste formato.

Todas as tecnologias que serão apresentadas a seguir, não acarretam custos ao usuário, pois são gratuitas, e não envolvem conhecimentos extras para sua utilização.

### **3.3.1 Uso de áudio e vídeo baseado na Web como recurso educacional**

Segundo o dicionário Webopedia (WEBOPEDIA, 2005), *streaming* é uma técnica para transferir dados que são processados de forma contínua e constante. As tecnologias de *streaming* tornaram-se importantes com o crescimento da Web ainda quando usuários não tinham conexão com Internet suficientemente rápida para realizar *downloads* de grandes arquivos multimídia.

Através do *streaming* de mídia, o usuário pode visualizar os dados sem que o arquivo seja completamente baixado para seu computador. Isto é possível devido a características da tecnologia. O servidor de mídia envia o fluxo de dados mais rápido do que o cliente consegue

reproduzi-los. A sobrecarga de dados é armazenada no cliente num processo chamado *buffer*<sup>21</sup> garantindo uma reprodução relativamente suave até que todo o vídeo tenha sido transmitido do servidor para o cliente. Se ocorrer congestionamento de tráfego de dados na rede e os dados e o fluxo forem mais lento que a reprodução, o usuário perceberá uma quebra na seqüência do vídeo. (WEBOPEDIA, 2005; KENNEDY, 2005).

Segundo Thornhill (2002), existem dois conceitos a respeito de áudio e vídeo, codificados para formatos de fluxo de dados, que definem a interação entre os usuários e os arquivos que estarão sendo disponibilizados em rede. Através do *pseudo-streaming* o usuário visualiza o conteúdo do arquivo via rede, como a Web, enquanto a mídia ainda está em processo de *download*. Ao contrário do *streaming* verdadeiro, o *pseudo-streaming* baixa uma cópia do arquivo para o computador do usuário. No vídeo transmitido por *streaming* o vídeo nunca é baixado para o computador, além de poder contar com inúmeros recursos de controle de tráfego e otimização de largura de banda oferecidos pelo servidor de *streaming*.

O *streaming* de mídia é uma forma de driblar as limitações de tráfego de rede da Web, reflete Kennedy (2005), sendo que Thornhill (2002) ainda destaca as facilidades de se produzir vídeos e transmiti-los por sistemas de *streaming* de mídia. Esta facilidade acompanhou a queda de custos e surgimento de equipamentos mais acessíveis e fáceis de manusear, como câmeras e softwares de edição de áudio e vídeo.

Não obstante, ainda segundo Thornhill (2002), com o crescimento da Web e o surgimento das tecnologias de *streaming*, os audiovisuais surgiram como um excelente recurso educacional. E para Kennedy (2005) as tecnologias de *streaming* agregaram valor e dinamismo a Web aumentando as possibilidades de uso em transmissão de informação e educação.

Existem dois modelos possíveis de uso de *streaming*: ao vivo (*live broadcasting*) ou sob demanda (*on-demand streaming*). Disponibilização de audiovisuais sob demanda é o tipo mais comum de uso. Neste caso os arquivos digitalizados e codificados para o formato adequado de *streaming* ficam armazenados no servidor e podem ser acessados a qualquer tempo. Para cada usuário que solicita um vídeo através do clique em um *link* de uma página da aplicação ENGEO recebe um fluxo de dados separado de outras solicitações (cada usuário recebe um fluxo de dados independente) a partir do servidor. O *clip* de vídeo é iniciado

---

<sup>21</sup> Processo de armazenamento temporário, normalmente na memória RAM. O propósito do processo *buffer* é agir como uma área de captura habilitando a CPU a manipular os dados antes de transferi-los a um dispositivo. (INTERNET.COM, 2005)

normalmente no *player*<sup>22</sup> e o usuário pode realizar avanço e retrocesso rápidos, pausar e parar a apresentação independentemente. (REALNETWORKS, 2005)

Já no caso de transmissões ao vivo, similarmente a programas de TV, o usuário sintoniza<sup>23</sup> uma transmissão para visualizar uma apresentação em andamento. Como o evento é em tempo real, o usuário não terá a sua disposição as opções de avanço e retrocesso rápido. (REALNETWORKS, 2005). A aplicação ENGEO usa somente audiovisuais pré-gravados para acesso sob demanda.

Na Figura 7 pode ser visualizado um esquema do processo de produção e entrega ao usuário de audiovisuais pelo sistema de *streaming* de mídia. A primeira etapa é a conversão de conteúdo para o formato de codificação do sistema de *streaming* adotado. São capturados arquivos criados a partir de *softwares* ou dispositivos de entrada, sendo que captura é o processo que converte dados de dispositivos de entrada, como um videocassete ou câmera digital ou analógica, ou arquivos de outras fontes, para um formato compreensível ao sistema instalado no computador. Uma vez capturado e codificado, o servidor de *streaming* deve ser configurado de forma que exista um *link* associado ao arquivo armazenado, possibilitando que o usuário acesse o vídeo. O processo de disponibilização de mídia por sistema de *streaming* é detalhado no item 5.3, no Capítulo que descreve a implementação da aplicação ENGEO, sendo que o servidor de *streaming* de mídia adotado foi o Helix Server, da empresa RealNetworks, que na versão gratuita suporta até vinte e cinco acessos simultâneos.

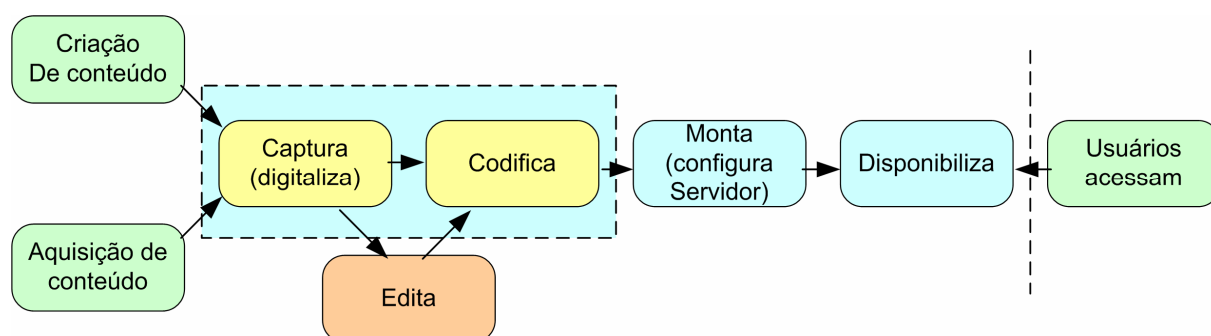


Figura 7: Diagrama mostrando da captura à disponibilização do *streaming* de mídia.

<sup>22</sup> Software cliente que executa determinado formato de arquivo.

### 3.3.2 MPEG Audio Layer 3

Os primeiros passos desta tecnologia foram dados em 1985, quando a União Européia criou o projeto EUREKA, na verdade um *framework* que visava aumentar a competitividade e produtividade das indústrias européias através do desenvolvimento tecnológico. O projeto EU147 foi um dos projetos da fase inicial do EUREKA (EUREKA, 2005; FRAUNHOFER IIS, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

O projeto EU147 iniciou em 1987 com um trabalho conjunto entre o Fraunhofer IIS (Institut Integrierte Schaltungen) e a Universidade de Erlangen, na pessoa do prof. Dieter Seitzer. Até o final do projeto, mais dezesseis instituições e empresas da França, Inglaterra, Holanda e Alemanha se integraram ao projeto, que foi finalizado com sucesso em 2000 (EUREKA, 2005; FRAUNHOFER IIS, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

O resultado deste projeto foi um padrão para radiodifusão chamado Digital Audio Broadcasting System (DAB). O EU147 também previa novos padrões de infra-estrutura e equipamentos necessários a esta nova tecnologia em telecomunicações. Inicialmente o projeto previa transmissão por infra-estrutura terrestre e por satélite. O sistema está implementado e funcional desde 2001, quando começaram a oferecer serviços DAB na Inglaterra (EUREKA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

No decorrer do projeto EU147 foi criado o primeiro conjunto de padrões, dentre eles o ISO/IEC 11172-3:1993 que define a codificação e a decodificação de áudio de alta qualidade para mídias de armazenamento como Compact Discs (CDs), fitas DAT (Digital Audio Tape) e discos rígidos. Esta norma em conjunto com a ISO/IEC 13818-3:1998 é a base do MPEG<sup>24</sup> Audio Layer-3, ou MP3 (FRAUNHOFER IIS, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Notou-se até agora que em nenhum momento se menciona a Internet ou a Web. De fato, como visto acima, o objetivo fim não era criar um formato que adequasse áudio e vídeo para a Web. Porém, com a compressão e qualidade proporcionada pelo algoritmo, a transposição para a Web foi natural.

---

<sup>23</sup> O verbo sintonizar é usado apenas para fins didáticos, pois este conceito na verdade não representa a forma real de acesso, que é feita através de URLs.

<sup>24</sup> MPEG é acrônimo de Moving Picture Experts Group e é uma referência para uma família de padrões usados para codificação de arquivos de áudio e vídeo em um formato digital que usa algoritmos de compressão de dados. (BRAIN, 2005)

A codificação em formato MP3 pode chegar a uma redução de doze vezes o tamanho original do arquivo, dependendo do *bit rate* utilizado. Por exemplo, um sinal de áudio digital, que é constituído tipicamente por amostras de 16bits (2 bytes), em alta qualidade, como é o caso de CDs, é lido ou gravado a uma taxa de amostragem de 44,1kHz. Desta forma, tem-se aproximadamente 1,411Mbits para representar um segundo de música gravada em qualidade de CD. Levando-se em consideração os canais direito e o esquerdo tem-se 176Kbps. Para uma música de três minutos necessita-se aproximadamente 30Mb de espaço em disco (BRAIN, 2005; FRAUNHOFER IIS, 2005).

Geralmente, com uma taxa de 128Kbps, obtém-se uma compressão entre dez a doze vezes o tamanho original do arquivo. Contudo, percebe-se que a redução do *bit rate* não corresponde a esta taxa de redução. No caso do exemplo usado no parágrafo anterior, o *bit rate* era 176kbps aproximadamente. Porém, a compressão não se deve apenas pela diminuição do *bit rate*, mas também em função de uma técnica chamada “*perceptual noise shaping*”, uma técnica de codificação baseada no ruído perceptível, uma característica do ouvido humano:

- a) existem certos sons que o ouvido humano não pode escutar;
- b) existem certos sons que o ouvido humano escuta melhor que outros;
- c) se existem dois sons tocando simultaneamente, ouve-se o mais ruidoso, mas não se escuta o som mais leve.

Usando estes artificios certas partes do som são eliminadas sumariamente sem perda significativa de qualidade ao ouvido humano (BRAIN, 2005). Mais detalhes desta tecnologia serão vistos no desenvolvimento de conteúdos, a partir do item 4, em especial nos que usam a tecnologia Flash, pois as trilhas de áudio inseridas nos filmes em Flash são comprimidas através do algoritmo MP3. Esta tecnologia será apresentada neste Capítulo, no item 3.3.4. E além do uso que será apresentado presente trabalho, pode-se utilizar um áudio em MP3 para distribuição por sistemas de *streaming*. Porém, não se descreverá esta possibilidade, pois ela não foi implementada na aplicação ENGEO.

### 3.3.3 Graphic Interchange Format (GIF), Joint Photographic Experts Group (JPEG) e Portable Network Graphics (PNG)

Os formatos gráficos para aplicações Web são objetos de pesquisa e seguem especificações de normas e padrões internacionais. Existem inúmeros formatos de imagens, e estas são divididas basicamente em duas categorias: *raster* e *vector*. Exemplos de imagens *raster* são os formatos GIF, JPEG e PNG, e exemplos de imagens vetoriais são os formatos SWF e SVG (*Scalable Vector Graphics*) (BURNS, 2005).

As tratadas neste item serão as imagens *raster* (*Raster Image Format - RIF*) que são os tipos de imagens formadas por mapas de *bits* (*bitmaps*). Estas imagens têm qualidade de definição determinada pela profundidade de *bits*, isto é, pela quantidade de *bits* que um *pixel* pode assumir, sendo que um *pixel* é um ponto colorido que consiste na menor parte de um *bitmap*.

A qualidade de definição é representada pelo conceito **resolução**, que representa a quantidade de detalhes que uma imagem pode conter. A resolução é medida em  $\text{dpi}^{25}$  (*dot per inch*) ou  $\text{ppi}^{26}$  (*pixel per inch*). Em baixas resoluções as imagens podem assumir uma aparência granulada, enquanto que altas resoluções produzem imagens de melhor qualidade, porém, geram arquivos de tamanho maior. Neste trabalho pontos e *pixels* são adotados como sinônimos e de agora em diante usa-se apenas *pixels*, quando necessário (BURNS, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Sendo assim, a complexidade de uma imagem é definida pelo seu tamanho (altura e largura), pela sua resolução e pela profundidade de *bits*. Ao iniciar a produção de uma imagem define-se seu tamanho, geralmente em *pixels*, sua resolução, isto é, a quantidade de *pixels* por polegada (*dpi*) e a profundidade de cores, que vem a ser a quantidade de bits associados a cada *pixel* (WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Como referência tem-se a resolução de monitores de computador com valor de 72 *pixels* por polegada e impressoras e escaners variando entre 600 e 2400 *pixels* por polegada. Como as imagens são tratadas para exibição na tela do monitor, no caso da aplicação ENGEO, todas as imagens trabalhadas foram otimizadas para esta situação. Além das características definidas

---

<sup>25</sup> A medida de resolução *dpi* geralmente é usada ao referir-se a imagens.

<sup>26</sup> A medida de resolução *ppi* geralmente para dispositivos de saída, como monitores e escaners.

acima, outro aspecto importante são os algoritmos de compressão adotados pelos diferentes formatos de imagens.

O formato GIF (*Graphic Interchange Format*) foi desenvolvido para ocupar o mínimo de espaço em disco e ser independente de plataforma. Este formato foi padronizado em 1987 pela empresa CompuServe, que na época era a maior fornecedora de serviços que existia na Internet, hoje uma provedora de serviços Web de propriedade da America Online. O primeiro padrão atendia pelo nome de GIF87a. Esta versão suportava recursos básicos de entrelaçamento. Em 1989 o padrão foi atualizado (GIF89a) sendo que é o que está em vigor (W3C, 2004-a, 2004-b; WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

O padrão GIF89a, além do entrelaçamento, incrementou transparência através de indexação de cores, animação quadro-a-quadro, possibilidade de incluir comentários no arquivo e suporte de até 8 *bits* de profundidade de cor, ou seja, até 256 cores. Foi amplamente difundido no início da Web pelo fato de usar o algoritmo LWZ (Lemple-Zif-Welch), ideal para imagens com grandes áreas preenchidas com uma única cor (NELSON, 2004; W3C, 2004-a, 2004-b; WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Ajusta-se o tamanho do arquivo basicamente através da definição da quantidade de cores e do tamanho da imagem. Nenhum dado é perdido. Esta técnica se chama *lossless compression* (W3C, 2004-a, 2004-b; WIKIPEDIA, 2005).

O formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) é um dos tipos de formato que usam a compressão definida pelo padrão JFIF (*JPEG File Interchange Format*) normalmente usado para compactação de imagens fotorrealísticas e também amplamente utilizado na Web. Diferentemente do formato GIF, o JPEG usa como controle de compactação uma taxa de compressão que serve para o algoritmo realizar os ajustes adequados na imagem. Enquanto o GIF é recomendado para imagens com poucas cores e com grandes áreas de mesma cor, o JPEG é indicado para figuras com muita variação de cores e tons (JPEG, 2005; WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

O JPEG aceita profundidades de cores de 24 *bits* enquanto que o GIF suporta o limite de 8 *bits*. Seu algoritmo se baseia em estudos sobre a visão humana, retirando dados das imagens sem que se tenha uma perda considerável de qualidade. A medida em que se aumenta a taxa de compressão a imagem perde qualidade. Este tipo de compactação é chamado *lossy data*

*compression*. O arquivo é compactado através de um descarte seletivo de dados. Atualmente o comitê JPEG está trabalhando em um algoritmo de compactação baseado em *wavelets* que presumivelmente substituirá o atual padrão (JPEG, 2005; WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

O formato PNG (*Portable Network Graphics*) surgiu após problemas que envolveram a utilização do algoritmo LWZ usado no GIF. A utilização do algoritmo não era de conhecimento do proprietário da patente, a empresa Unisys. Em 1994, ao descobrir o fato, ela anunciou a cobrança de *royalties* de todas as empresas de softwares que usassem de alguma forma o formato GIF (WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Este fato motivou o início de pesquisas em um formato que substituísse o GIF e que tivesse características semelhantes. O PNG foi projetado especificamente para substituir o GIF oferecendo melhor compressão e mais características. As mais importantes são o aporte a camada alfa e a profundidade de cores de 24 *bits*. Ainda não é um formato completamente implementado nos navegadores Web. As novas versões já estão vindo habilitadas a interpretar este formato, algumas versões anteriores bem como navegadores menos desenvolvidos podem não ler este tipo de imagem (W3C, 2004-c, 2004-d; WEBOPEDIA, 2005; WIKIPEDIA, 2005).

Os formatos de imagem apresentados neste item serão relevantes para a descrição dos conteúdos incluídos na aplicação ENGE0. Como exemplos de situação de uso citam-se todas as figuras disponibilizadas no ROE, além de arquivos PDF e Flash usarem os algoritmos de compactação baseados em GIF ou JPEG, no caso de possuírem imagens no corpo dos documentos.

### **3.3.4 Portable Document Format (PDF)**

Analisando a questão de distribuição de conteúdo, Savage (2005) esclarece que um dos motivos do sucesso da Web se deve ao fato de ela ser um meio de compartilhamento e visualização de uma infinidade de formatos de arquivos independentemente de plataforma de software. Porém, ressalta dois fatores que se opõem: afirma que a favor da Web existe a economia de tempo e dinheiro, pela facilidade de se converter documentos para HTML; contra a Web está o fato de o autor perder o controle de detalhes de formatação e *layout* dos



documentos e de ter que conhecer as ferramentas ou métodos de conversão de documentos em HTML.

Com isto, Savage (2005) relata o surgimento de uma tecnologia chamada **documentos portáteis** que combina a compatibilidade do HTML com controle de *layout*, qualidade de visualização, compactação de formatos de imagens e uma interface de criação relativamente fácil para não programadores.

Desenvolvido pela Adobe Systems, o PDF é uma especificação disponível publicamente com código-fonte aberto para qualquer empresa ou desenvolvedor que queira implementar soluções baseados nesta tecnologia. O formato de arquivo PDF foi criado para tornar possível a troca de conteúdo entre plataformas independente de formato de arquivos e de resolução. Baseado no modelo PostScript<sup>27</sup>, o PDF preserva a diagramação e formatação do arquivo original, mantendo fontes, imagens *bitmap* e imagens vetoriais com a mesma aparência (ADOBE, 2004).

Para visualizar os arquivos convertidos em PDF basta que o usuário possua instalado um software que leia este formato, sendo que existem vários gratuitos, para todas as plataformas de software, não importando o sistema operacional. Esta tecnologia é uma combinação de outras três (WIKIPEDIA, 2005):

- a) PostScript para geração de *layouts* e imagens;
- b) sistema de empacotamento que carrega as informações de fontes usadas no documento;
- c) e um sistema de armazenamento estruturado que permite criar documentos complexos em um único arquivo, com compactação de dados quando necessário.

O formato de arquivo PDF é baseado tanto em gráficos vetoriais quanto em imagens *bitmap*. O Adobe Acrobat, software de criação de PDFs, usa para imagens *bitmap* em escala de cinza o algoritmo CCITT-G4<sup>28</sup> e para imagens coloridas o algoritmo JPEG.

---

<sup>27</sup> PostScript é uma linguagem de descrição de página. Foi desenvolvida para ser usada como uma linguagem de interpretação em impressoras e foi usada como componente do mecanismo da primeira impressora laser lançada pela Apple de Steve Jobs em 1985. (WIKIPEDIA, 2005)

<sup>28</sup> O algoritmo CCITT G4 é um padrão de compactação bastante eficiente para imagens em escala de cinza criado pelo *Comité Consultatif International pour le Télégraphe et le Téléphone* que faz parte da *International*

Os elementos vetoriais, como fontes, formas e gráficos, são representados no documento como uma série de descrições matemáticas. A descrição matemática esboça as formas das linhas através da interpolação de pontos, da distância relativa entre esses pontos, da espessura das linhas e do tamanho do objeto e demais relações (GILHEANY, 2005; SAVAGE, 2005).

As relações entre os pontos não mudam enquanto o objeto é redimensionado, muda apenas as descrições relativas ao tamanho. Isto significa que arquivos PDF são independentes de dispositivo e tem eficiência tanto para visualização no monitor do computador quanto para impressão do documento (GILHEANY, 2005; SAVAGE, 2005).

O Acrobat aplica os algoritmos de compactação em função de pré-definições configuradas na ferramenta de controle de preferências do software. Nesta seção do *software* são associados os algoritmos aos tipos de objetos. Normalmente não é necessário que o usuário altere estas preferências.

Na aplicação ENGEO a tecnologia PDF foi utilizada para gerar um acervo de artigos, disponíveis no ROE, a partir de documentos com outros tipos de formato. Cabe ressaltar que o pacote Acrobat, usado para converter os arquivos, pode criar arquivos PDF a partir de qualquer outro formato de documento digital. Mas até o momento foi utilizado apenas para conversão de artigos do formato *.doc* do editor de textos Word da Microsoft para PDF. Mais detalhes do processo de conversão dos documentos e da implementação na aplicação ENGEO serão vistos adiante.

### **3.3.5 Tecnologia Flash e ActionScript**

A tecnologia Flash e sua linguagem de programação ActionScript são representado por uma extensão de arquivo conhecida pelo acrônimo SWF (Shockwave Flash). Esta tecnologia foi desenvolvida pela empresa Macromedia, especializada em produtos e tecnologias para a Web.

A tecnologia é utilizada para produzir filmes<sup>29</sup> baseados em objetos vetoriais e imagens, com possibilidade de incorporar trilhas de áudio, vídeos e promover interatividade com o usuário

---

*Telecommunications Union*. Originalmente o algoritmo foi criado para ser usado em equipamentos de fax (GILHEANY, 2005).

<sup>29</sup> **Filme** é o nome de um arquivo digital produzido e publicado pelo Flash, software da Macromedia em que se cria e edita animações com a tecnologia SWF.

através da linguagem de programação nativa, o *ActionScript* (MACROMEDIA FLASH MX, 2002).

O objetivo principal da Macromedia ao criar esta tecnologia era criar arquivos pequenos em tamanho e que fossem altamente interativos, ou pelo menos que fosse possível desenvolver aplicações mais interativas que as existentes na Web até então. A motivação era ter um formato de arquivo que pudesse ser re-usado em qualquer plataforma de software e que poderia rodar em redes de baixa velocidade, como navegação através de modem *dial-up* (MACROMEDIA FLASH MX, 2002; WIKIPEDIA, 2005).

A tecnologia SWF usa o algoritmo ZLIB<sup>30</sup> para a compactação geral do filme sendo que este algoritmo é uma biblioteca de funções de compressão de dados de código-fonte aberto, com o objetivo de ser uma tecnologia eficiente na distribuição de conteúdo pela Web. E em conjunto com o ZLIB, a tecnologia SWF pode usar o algoritmo do MP3 para compactar qualquer áudio inserido no documento (MACROMEDIA, 2004).

A tecnologia é projetada para visualização essencialmente na tela do computador, com características que permitem o tráfego de dados de forma segura em baixas larguras de banda na rede. Sua visualização depende apenas de instalação de um *plug-in*, que é específico para cada sistema operacional e para cada navegador Web, contudo é de simples instalação. (MACROMEDIA, 2004). Neste sentido, se parece com a plataforma Java e seu ambiente de execução JRE que interpreta *bytecodes* (item 3.2).

A tecnologia é escalável, isto é, trabalha bem com hardwares limitados e tira vantagens quando dispõem de máquinas mais potentes, tendo como outra característica importante a adaptação às diversas resoluções de tela e profundidade de cores que os usuários podem adotar (MACROMEDIA, 2004).

A tecnologia SWF é voltada completamente para uso na Web. Na aplicação ENGEO ela foi utilizada para desenvolvimento de dois recursos educacionais: animações para visualização de fenômenos complexos sobre Engenharia Geotécnica e produção de um tipo de recurso educacional interativo que apresenta áudio sincronizado com lâminas de conteúdo. Estes recursos serão apresentados no item 4.

---

<sup>30</sup> Informações podem ser acessadas no endereço oficial <http://www.gzip.org/zlib/>.

## **4 CONTEÚDO PARA APLICAÇÕES WEB EDUCACIONAIS**

A discussão sobre a produção e uso de multimídia para a educação a distância vem preocupando os planejadores e pesquisadores dessa área (PETERS, 2001), considerada estratégica para o desenvolvimento de novos paradigmas educacionais, seja do ponto de vista acadêmico, seja da educação continuada ou do treinamento empresarial. É discussão frequente nas instituições que se lançam a esse desafio, entretanto, a dificuldade de produção de material criativo e capaz de potencializar os recursos oferecidos pela tecnologia, incluindo o movimento, o áudio e a simulação, segundo o tempo e o desejo do aluno. A produção de multimídia, a custos acessíveis e em prazos razoáveis com a crescente demanda, vem sendo considerada um dos pontos de estrangulamento do processo de produção de conteúdos de apoio para cursos presenciais e a distância.

Neste Capítulo serão descritos os tipos de OE produzidos para a aplicação ENGEO. Seis tipos de OE foram definidos em função de material prévio existente e dos tópicos que seriam abordados no conteúdo da aplicação.

O presente trabalho participou do Edital EAD UFRGS/2003 da Secretária de Educação a Distância da UFRGS (SEAD), no qual foi aprovado, recebendo aporte financeiro para a produção desta aplicação Web e dos OE que serão descritos neste Capítulo. Alguns outros OE foram produzidos em outras circunstâncias pelo Núcleo de Multimídia e Educação a Distância da Escola de Engenharia, local onde este trabalho foi desenvolvido. Atualmente, o trabalho está recebendo recursos financeiros para pagamento de dois bolsistas para apoio na produção dos OE através do Edital EAD UFRGS/2004, em vigor até 30 de Novembro de 2005.

Uma das dificuldades encontradas no curso do trabalho foi à necessidade de desenvolvimento de novos materiais educacionais e constituir o acervo destes recursos. O armazenamento é realizado em um repositório de OE de forma a agregar informação que descrevam os recursos educacionais através de metadados, e atender a demanda das aulas do curso de Fundações. A descrição de OE através de metadados será tratada no item 5.2. A seguir serão apresentados os tipos de OE e as condições de contorno que definiram a produção de cada formato.

## 4.1 Apresentações Multimídia

O formato sugerido para este objeto educacional foi uma seqüência de quadros, como um filme, contendo áudio sincronizado com lâminas usadas em apresentações. Estas lâminas assemelham-se com as que temos em softwares de apresentação multimídia (AM) comumente usados por professores, como por exemplo, o Microsoft PowerPoint<sup>®</sup> ou o Open Office Presentation<sup>®</sup>. Porém, as AMs foram produzidas através do software Macromedia Flash, que agrega as facilidades já conhecidas do modelo de lâminas eletrônicas, disseminado através do software PowerPoint<sup>®</sup>, e pode conter animações, texto, vídeos, áudio ou outros recursos que compõem filmes para WEB. O nível de dificuldade de sua produção é compatível com a operação básica do referido software e de softwares de edição de som. Elas reproduzem o conteúdo de aulas previamente gravadas em vídeo pelo professor, que podem ter sido ou não, transmitidas em tempo real via Internet, como parte de um curso.

No caso, foram utilizadas aulas como base para a criação das AM, ministradas pelo professor Fernando Schnaid, no modelo à distância, para o curso de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pelotas. O conteúdo pode ser organizado pelos seus itens principais aparecendo na tela de forma sincronizada à explicação oral do professor. O resultado é um material que pode ser usado como ferramenta de apoio ao estudo, uma vez que o aluno pode acessar o conteúdo de forma integral ou pelo índice relativo a cada assunto (cada lâmina ou conjunto de lâminas).

As AM têm duas formas de funcionamento que dão acesso ao seu conteúdo. Uma das formas de acesso inicia uma apresentação sem cortes, contínua, do início ao fim, não tendo a possibilidade de se navegar pelo conteúdo. A outra forma é a escolha de um tópico do conteúdo da apresentação que permite o avanço ou retorno ao ponto desejado. Conforme mostrado na Figura 8, à esquerda, a opção “ver toda a apresentação” dá início ao conjunto audiovisual integral do trabalho. À direita, os itens disponibilizados, que podem ser acessados um a um. Também se constitui em acervo que pode ser modularizado para ser usado para múltiplos cursos, segundo os padrões aceitos por repositórios de objetos educacionais.

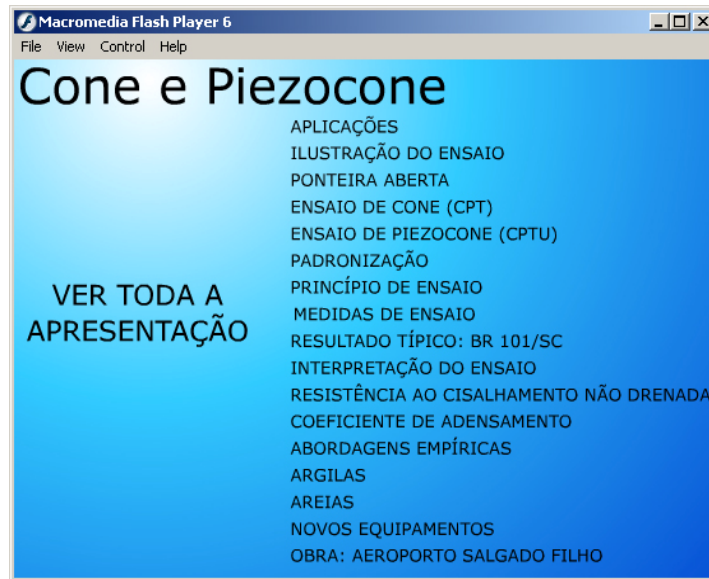


Figura 8: Tela de início da apresentação audiovisual sobre Cone e Piezocone.

As lâminas são apresentadas de forma integrada a um arquivo sonoro (.mp3) de forma sincronizada. Este áudio é extraído<sup>31</sup> do arquivo de vídeo gravado, a partir de aula a distância por *streaming* de vídeo, como referido no parágrafo anterior. É possível, então, ajustar a aparição dos itens ao longo do tempo e ao ritmo da fala, como mostrado (de forma estática), nas Figura 9 e Figura 10.

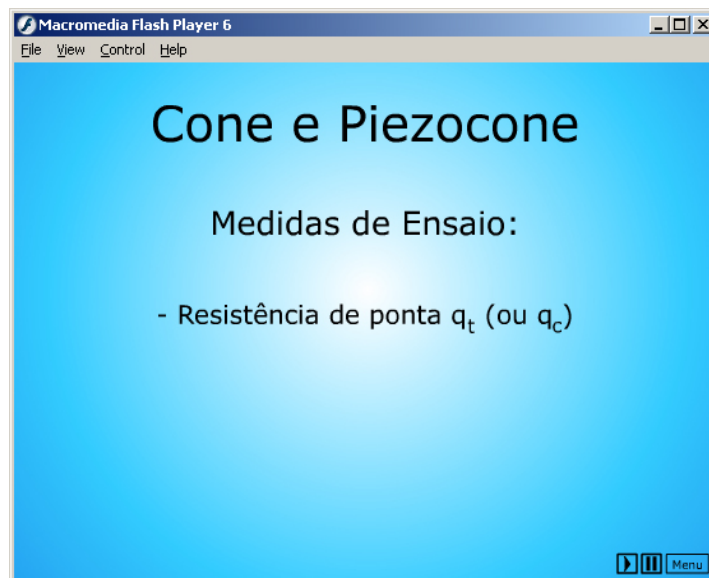


Figura 9: Os itens estão sendo mostrados de acordo com o ritmo da apresentação oral do professor...

<sup>31</sup> O áudio pode ser extraído usando-se um software de edição não-linear de vídeo que permita separar o canal de áudio como, por exemplo, o Adobe Premiere ou o Apple Final Cut Studio.

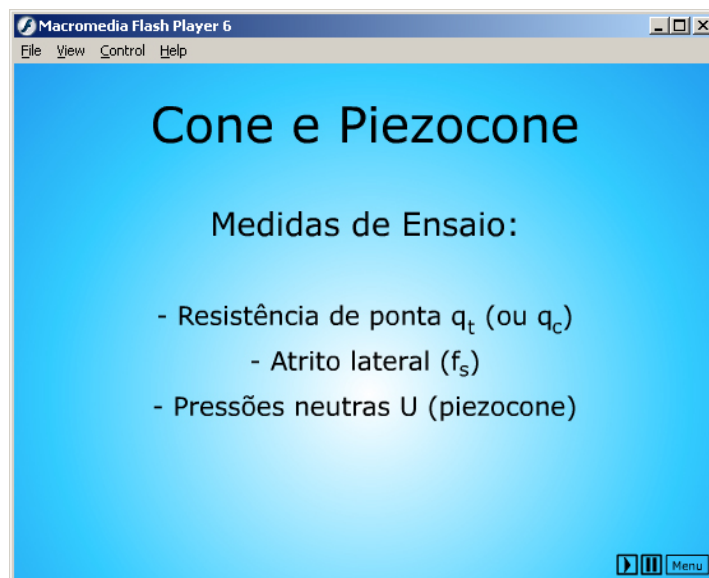


Figura 10: ... enquanto os novos itens são acrescentados à figura anterior, para reproduzir o efeito da dinâmica da apresentação sincronizada ao áudio.

As AM apresentam ainda como característica a possibilidade de integração de elementos estáticos e animados, igualmente sincronizados ao ritmo da fala do professor, o que pode ser usado para destacar elementos importantes do conteúdo. Na Figura 11, um exemplo de uso de um gráfico, na qual foi aplicado uma animação de uma seta, que ressalta o que o professor está explanando no áudio. Na Figura 13 é apresentada uma animação que acompanha a descrição dos procedimentos de execução do ensaio SPT. Nesta animação visualiza-se a queda do martelo e a consequente cravação do amostrador no solo, de forma que o aluno acompanha simultaneamente a representação gráfica da energia de cravação aplicada ao longo do tempo e a descrição oral realizada pelo professor através do áudio inserido na AM.

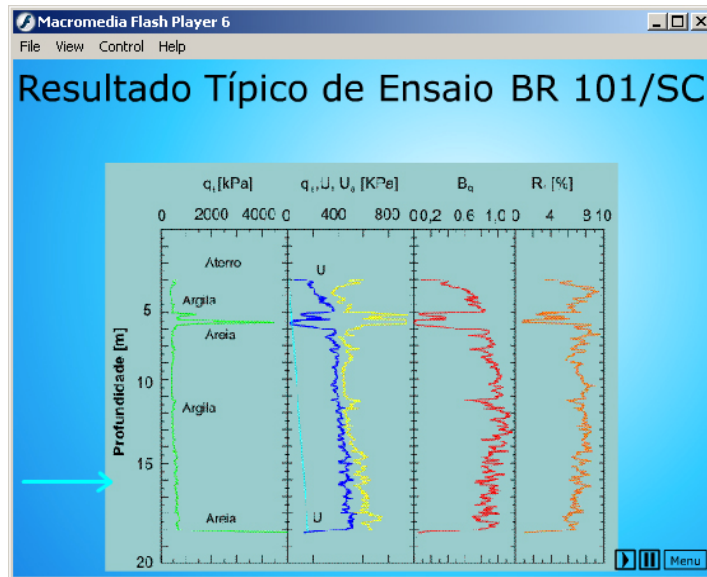


Figura 11: A interface apresenta um gráfico de resultados que estão sendo comentados, com a seta, cuja animação destaca o conteúdo apresentado oralmente pelo professor.

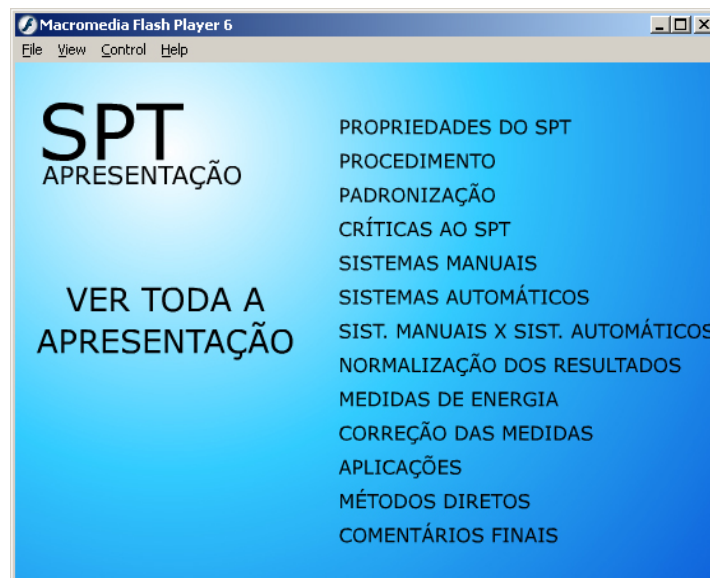


Figura 12: Tela de início da apresentação audiovisual sobre o Ensaio SPT.



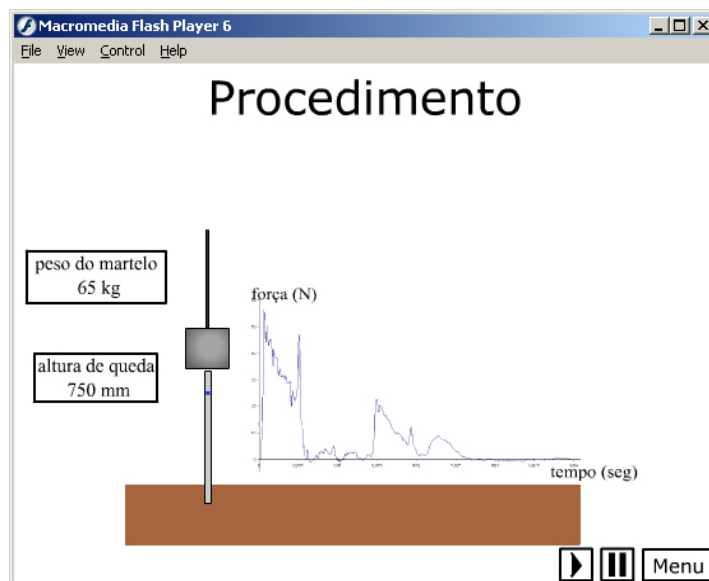


Figura 13: Áudio e animação sincronizados na lâmina que fala dos procedimentos de execução do ensaio SPT.

Um trecho da fala do prof. Fernando referente a esta lâmina é reproduzido abaixo:

[...] nós executamos um furo de sondagem e no fundo deste furo nós colocamos um amostrador. Este amostrador é padronizado, e nós cravamos este amostrador no terreno a partir da liberação de um martelo de 65kg a uma altura de 750mm [...].

Cabe ressaltar os elementos que compõem esta lâmina simples: um gráfico que obtém uma resposta dinâmica dos golpes do martelo aplicados na haste do amostrador e que mostra a força aplicada ao longo do tempo, além de duas caixas de texto que dão ênfase ao peso do martelo e a altura de queda e que surgem na tela sincronizados com a fala (o áudio), no exato momento em que o áudio faz referência a estas informações.

Foram produzidas três AM, uma para o ensaio SPT, outra para o ensaio piezométrico, já mencionadas antes, e a última para o ensaio pressiométrico, cuja lâmina de abertura pode ser vista na Figura 14. Na Figura 15 é possível ver uma descrição do Pressiômetro tipo Ménard.

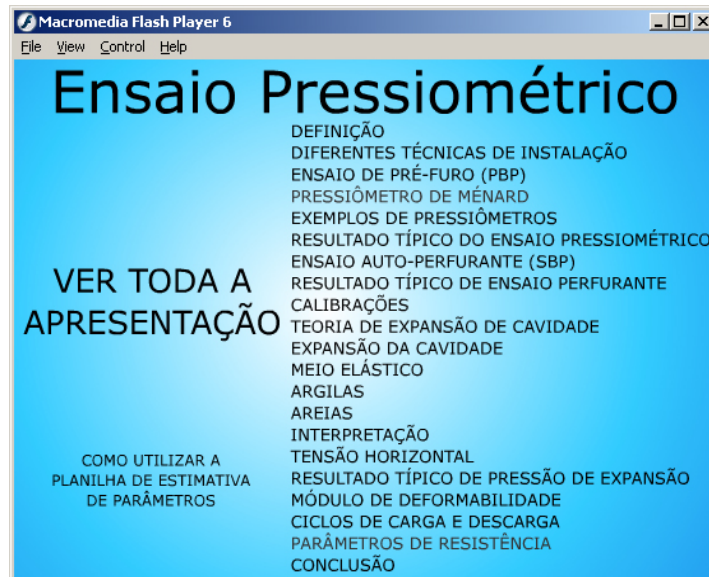


Figura 14: Tela de início da apresentação audiovisual sobre o Ensaio Pressiométrico.

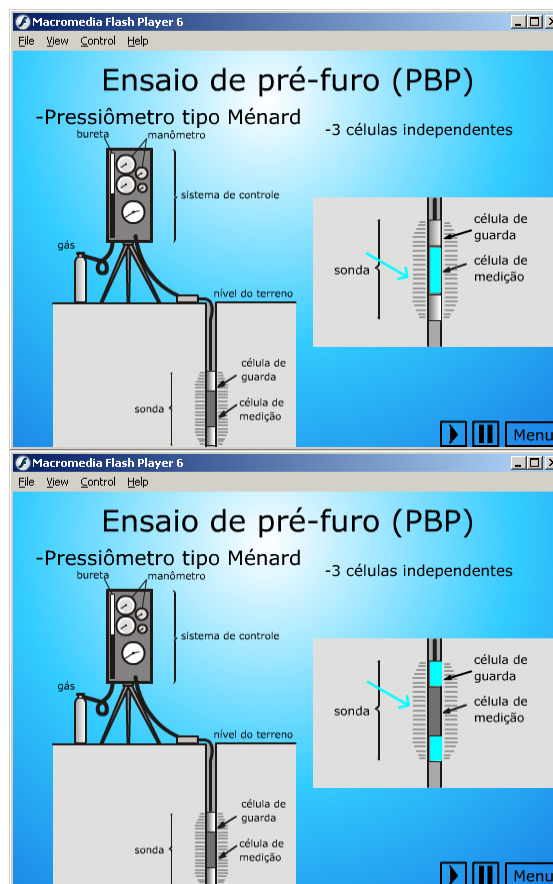


Figura 15: Dois momentos da descrição do Pressiômetro tipo Ménard contendo objetos gráficos e texto juntamente com o áudio sincronizado com animações de cores e da seta que dá ênfase ao detalhe da sonda.

Ainda como justificativa do desenvolvimento deste tipo de recurso educacional, tem-se que nem todas as instituições de ensino que oferecem o curso de Engenharia Civil possuem em seus laboratórios equipamentos como o piezocone ou o pressiômetro, e mesmo possuindo o equipamento nem sempre é possível demonstrar o funcionamento *in situ*. Os problemas para o aprendizado das técnicas de uso destes equipamentos podem ser os mais variados, que vão da inexistência do equipamento nos laboratórios das universidades ou em empresas de engenharia da região, à dificuldade de transporte de alunos até o canteiro de obras, passando por questões de segurança nos canteiros e falta de obras em que se esteja realizando ensaios de campo com os referidos equipamentos. Desta forma, a descrição de funcionamento de equipamentos, possibilitada por este tipo de recurso educacional, se torna extremamente útil, pois traz o equipamento para qualquer lugar onde o aluno esteja, desde que tenha apenas um conexão com a Internet.

## 4.2 Animações

A decisão sobre qual tecnologia utilizar para o desenvolvimento das animações foi norteadada pelos mesmos motivos já expostos no item 4.1. Pelos mesmos propósitos e com a justificativa apoiada nos recursos já discutidos no item anterior, foi escolhida a tecnologia Shockwave Flash por permitir o desenvolvimento de seqüências vetoriais que são executadas através de uma linha de tempo, proporcionando o desenvolvimento de filmes gráficos em movimento.

Estes filmes, chamados animações, são usados como apoio à visualização de fenômenos complexos ou eventos que ocorrem durante a execução de fundações ou posterior a elas, como é o caso das patologias das fundações. As justificativas de desenvolvimento de OE deste tipo decorrem da possibilidade de complementar a apresentação de conceitos através de animações explicativas que auxiliam a compreensão dos fenômenos abordados. Como exemplo, pode-se destacar uma animação desenvolvida para possibilitar a visualização do colapso das paredes da escavação de uma estaca causado pela ação da água no momento de execução do elemento de fundação. Esta animação emula o processo de execução do elemento de fundação destacando a patologia resultante. Nas Figura 16, Figura 17 e Figura 18 são mostrados três quadros ilustrando três momentos distintos da animação.

A animação foi baseada nas informações obtidas a partir de uma ilustração (Figura 19) que demonstrava o “estrangulamento do fuste de estacas moldadas no local pela ação da água

presente em cavidades deixadas por desmoronamentos, com uso de revestimento.” Consoli (2005). Buscou-se através deste OE a visualização da causa da patologia ocorrida durante o processo executivo do elemento de fundação.

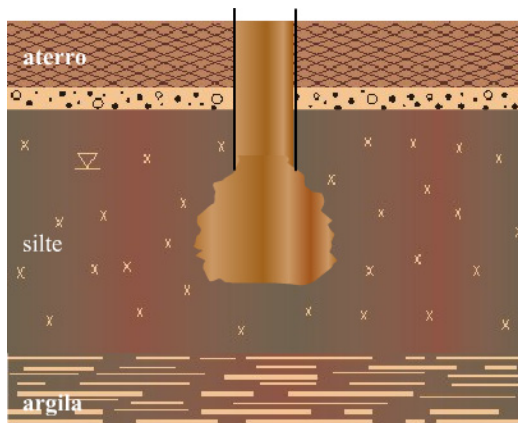


Figura 16: Colapso da parede da escavação abaixo do revestimento da estaca

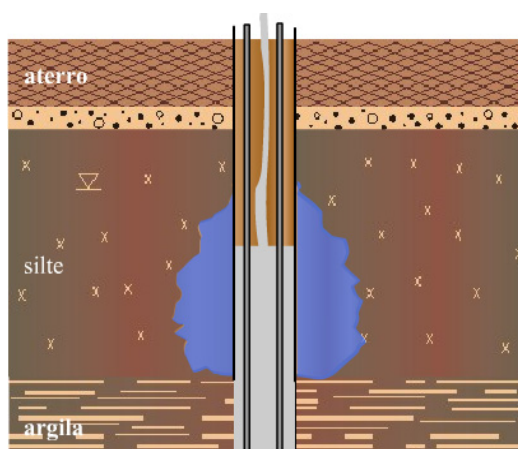


Figura 17: Bulbo proveniente do colapso preenchido de água enquanto o concreto é lançado na estaca

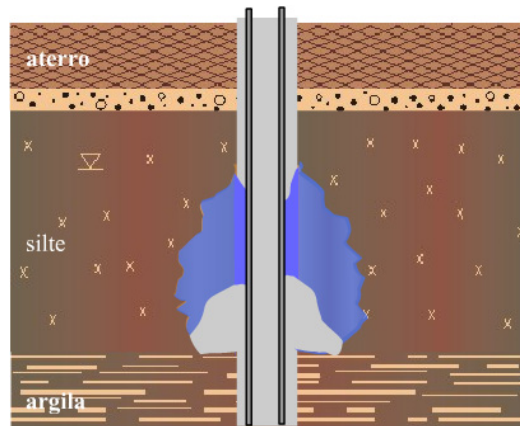


Figura 18: Estado final da patologia

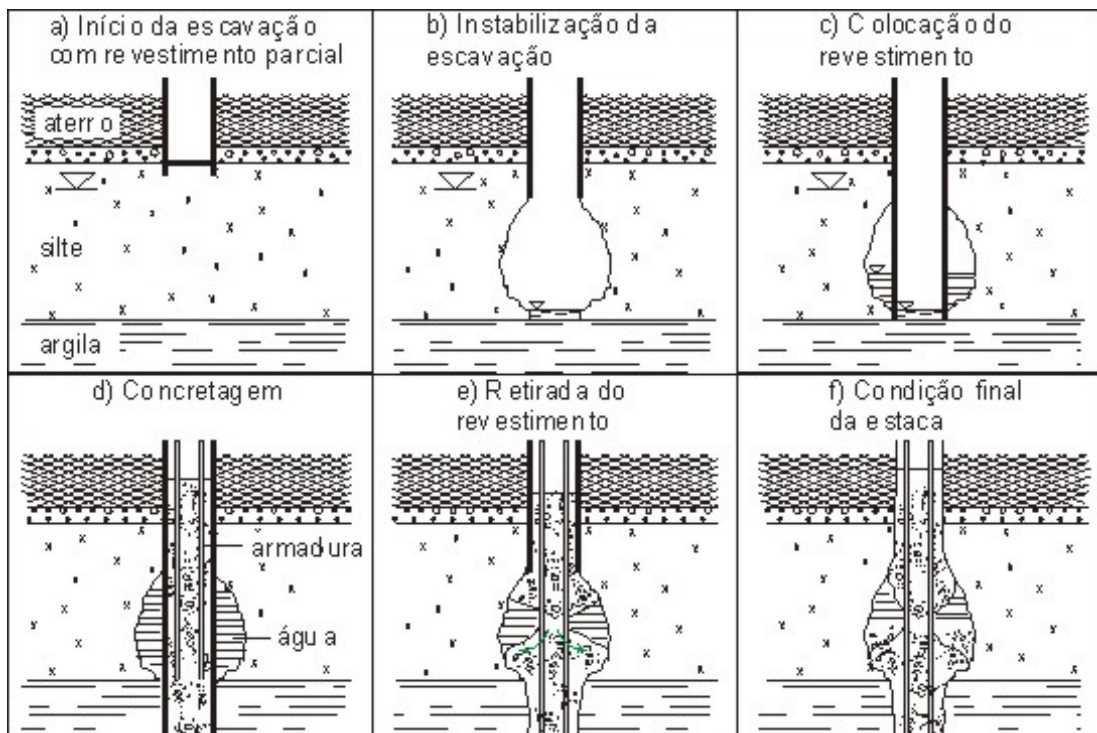


Figura 19: Ilustrações que foram usadas como roteiro para a animação (THORBURN; THORBURN, 1977, apud CONSOLI, 2005)

Outro exemplo do potencial do uso de animações como OE é mostrado nas Figura 21, Figura 22 e Figura 23. Nelas pode-se observar o fenômeno físico que provoca a inclinação de um par de silos de armazenagem de grãos até o completo contato de suas partes superiores. Este é um caso utilizado em aulas presenciais de projeto de fundações sendo que é um fato verdadeiramente ocorrido e de conhecimento público. Neste caso a animação foi realizada a partir de uma imagem de baixa qualidade, que inicialmente foi reproduzida esquematicamente em formato de uma ilustração estática (Figura 20). A partir daí criou-se o roteiro de

desenvolvimento da animação contendo as informações pertinentes para o fenômeno que se desejava demonstrar.



Figura 20: Silos que ilustram recalques diferenciais por sobreposição de tensões

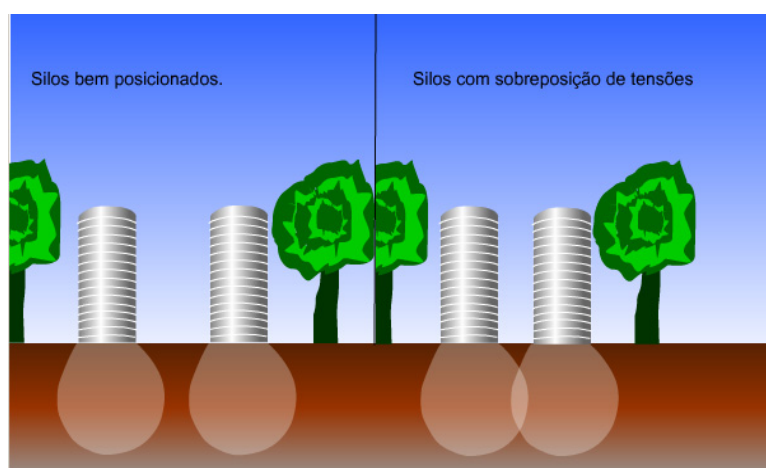


Figura 21: Posição inicial, silos sem sobreposição de tensões

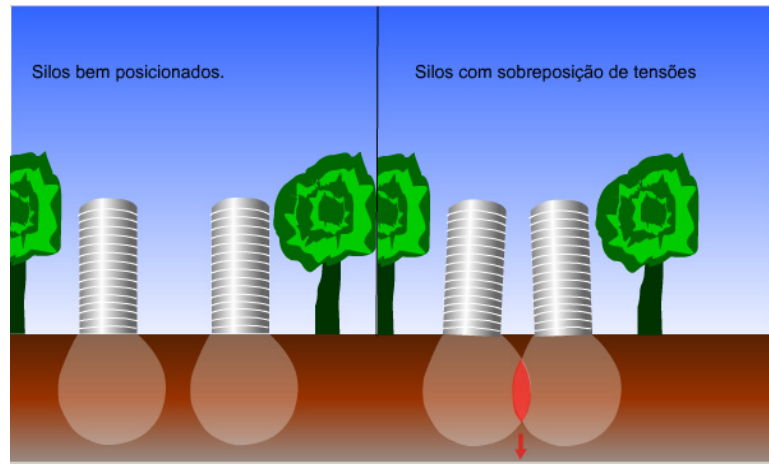


Figura 22: Início do processo de inclinação dos silos, sobreposição de tensões

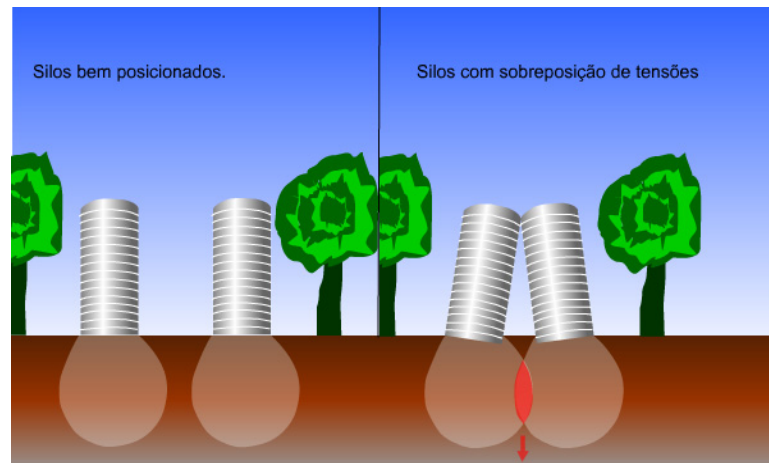


Figura 23: Silos completamente inclinados e enconstados na parte superior

Concluem-se que as animações, como as exemplificadas acima, mostram-se como um recurso educacional atrativo para o professor no sentido de permitir agregar informações na forma de emulação da realidade e que em conjunto com outras informações como textos, imagens e vídeos enriquecem a experiência dos alunos no processo de aprendizagem do conteúdo abordado.

### 4.3 Artigos

Como já mencionado, o aluno, futuro profissional de Engenharia, irá atuar em um mercado em contínua mudança social e tecnológica. O perfil pretendido de um engenheiro passa por

algumas características, dentre outras, boa base de fundamentos de engenharia, curiosidade e desejo de aprender; autonomia para o auto-aprendizado e senso crítico.

Neste sentido, buscou-se agregar à aplicação ENGEO documentos que relatassem as experiências e resultados de pesquisas sobre Engenharia Geotécnica realizadas no Brasil e no cenário internacional. A intenção foi dar oportunidade de o aluno ter contato com o que está sendo produzido de conhecimento na área e tomar conhecimento de novas técnicas e novas tecnologias aplicadas a Engenharia Geotécnica, e também ter a disposição produções científicas de autores consagrados desta área.

O fato de ofertar artigos técnicos como OE não garante em nada que as características citadas sejam conformadas no perfil do aluno, a menos que o aluno esteja envolvido em projetos de pesquisa em iniciação científica ou em programas de pós-graduação, e mesmo assim não pode-se afirmar que tais características seriam desenvolvidas no aluno.

Desta forma, a intenção foi oferecer conteúdo técnico sobre o tema abordado e manter os alunos atualizados com informações sobre pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil da UFRGS e por profissionais de renome na área. Até o final do presente trabalho cinquenta artigos haviam sido selecionados e disponibilizados na aplicação ENGEO.

Em relação às questões técnicas para a disponibilização dos artigos na aplicação ENGEO temos que todos os artigos selecionados foram convertidos para o formato PDF. A decisão pela escolha deste formato já foi explicitada no item 3.3.4. Este formato de documento usa algoritmos que permitem que o autor controle algumas funções de visualização de conteúdo e de segurança do documento. Além disso, o formato usa algoritmos de compressão que diminuem consideravelmente o tamanho do documento original que normalmente encontram-se no formato .doc ou .rtf, o que é muito conveniente para disponibilização na Web.

Algumas configurações de segurança foram aplicadas de forma a permitir a impressão dos documentos bem como a visualização irrestrita do conteúdo. Porém, os filtros aplicados não permitem cópia de texto, imagens e demais conteúdos dos documentos, tampouco permitem alterações quaisquer, sendo que estes filtros usam uma criptografia de 128 bits, o que torna relativamente difícil que um usuário consiga burlar estas regras. Sendo assim, a integridade



dos documentos fica garantida e, da mesma forma, o respeito aos direitos autorais fica preservado.

Na Figura 24 pode-se visualizar um artigo aberto em um navegador Web. O único requisito para visualizar o conteúdo dos artigos é o usuário tenha um *plug-in* instalado em seu computador. O mais popular dos *plug-ins* é o leitor de PDFs Adobe Acrobat Reader<sup>®</sup> que habilita o navegador Web a abrir documentos neste formato.

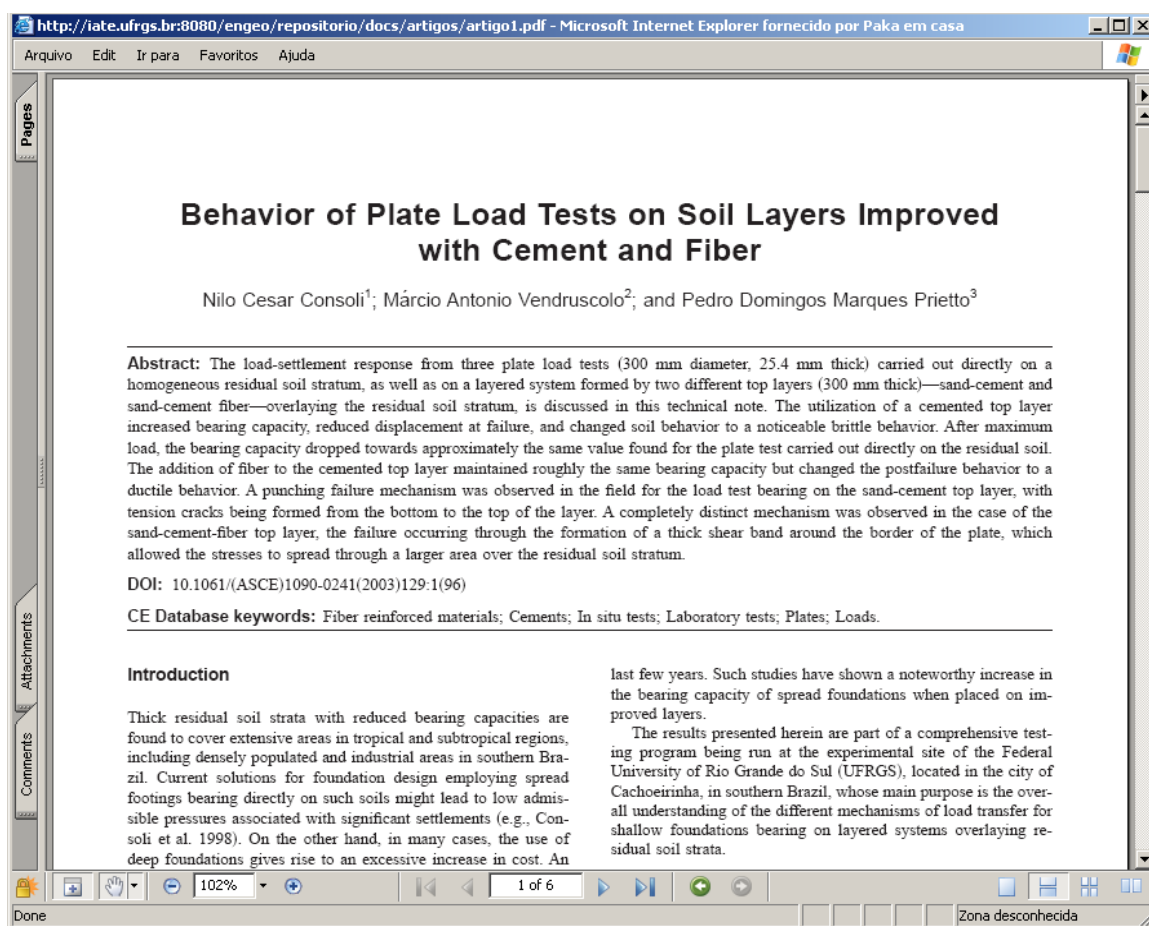


Figura 24: OE artigo aberto no navegador Web

#### 4.4 Figuras

O uso de figuras no ensino de Engenharia não é novidade. Figuras têm um poder comunicação muito grande. Figuras podem sintetizar uma grande quantidade de informações. Cabe ressaltar que neste trabalho usa-se figura como sinônimo para qualquer formato gráfico,

sendo que foram usados os formatos GIF e JPG como mencionado no item 3.3.3. Estas figuras podem conter fotos, ilustrações, gráficos, esquemas e diagramas, que são recursos educacionais largamente utilizados em várias disciplinas dos cursos de Engenharia.

Figuras podem trazer informações do canteiro de obras que, muitas vezes, são inacessíveis ao aluno, revelar detalhes de equipamentos de campo e de laboratório, sintetizar resultados de experimentos e representar esquemas dos mais diversos tipos. Dois exemplos de uso de figuras podem ser vistos a seguir. A Figura 25 mostra a ocorrência de matacões, um problema típico de uma região da cidade de Porto Alegre. Já a Figura 26 mostra uma patologia ocorrida em uma estaca pré-moldada de concreto. Nestes dois exemplos tem-se a experiência de obra sendo disponibilizada ao aluno através de fotos que foram obtidas em visita a obras na região da grande Porto Alegre.



Figura 25: Ocorrência de matacão em uma obra de Porto Alegre/RS



Figura 26: Patologia ocorrida no processo de cravação de uma estaca pré-moldada de concreto

Este OE pode ser produzido com pouco investimento, além do processo de disponibilização na Web ser rápido, pois as modificações na figura original são simples de serem executadas, não exigindo conhecimento especializado, podendo ser realizado facilmente por qualquer integrante da equipe que tenha conhecimentos básicos de software de edição de imagens.

Normalmente, figuras são apresentadas aos alunos através de projetores multimídia ou de retro-projetores. Neste caso, tem-se uma transposição de um recurso já tradicionalmente usado em sala de aula para o formato digital e sua disponibilização como um OE integrado aos demais recursos da aplicação Web ENGEIO. Se o equipamento utilizado para obter as fotos for digital, caso da maioria das câmeras fotográficas atuais, a etapa de conversão para o formato digital obviamente não será necessária, economizando tempo e recursos.

Muitas das figuras utilizadas como OE, ao contrário das mencionadas como exemplo, são provenientes dos livros eletrônicos<sup>32</sup> que estão na aplicação ENGEO, sendo que deste fato decorre uma característica de funcionamento do ROE. Ao buscar por figuras no repositório é possível, através de um link, ir exatamente ao ponto onde a figura se encontra dentro do texto do livro eletrônico. O funcionamento deste detalhe técnico é demonstrado no item 6.1. O OE do tipo **livro eletrônico** será descrito no item 4.6.

## 4.5 Vídeos

Vídeos podem ser utilizados para mostrar situações reais, de modo a oferecer complemento a narrativa do professor ou a algum outro recurso educacional como textos ou figuras. No caso do presente trabalho, os vídeos foram produzidos em diferentes contextos. Alguns vídeos foram produzidos em estúdio e demandaram mão-de-obra especializada, conseqüentemente o tempo de produção e os custos associados foram elevados. Outros vídeos foram realizados de forma mais amadora, sem cuidados especiais com a produção dos clipes de vídeo, usando-se apenas recursos básicos de softwares de edição. Os custos, neste caso, foram bastante modestos.

Outro fator preponderante na produção dos vídeos é a participação ou não do professor como ator (Figura 27). Se o professor atua no vídeo normalmente se tem um período de adaptação e aprendizado decorrente da necessidade de apropriação de novas técnicas e linguagens de comunicação inerentes ao vídeo, e uma elevação natural de consumo de tempo e recursos.

Por outro lado, é possível produzir vídeos sem muitos investimentos, como por exemplo, filmagens externas onde o foco seja demonstrações de uso de equipamentos, sem a complexidade de uso de um estúdio e sem a necessidade de um operador de câmera especializado e sem a necessidade de participação do professor como ator do conteúdo que será filmado. Isto simplifica as etapas de aquisição de imagem e da edição final do conteúdo. Assim é possível gerar vídeos de forma rápida e não tão onerosos (Figura 28).

---

<sup>32</sup> As figuras que foram produzidas para os livros eletrônicos demandaram um trabalho de edição mais elaborado, consumindo mais tempo e recursos e exigindo mão-de-obra especializada, pois originalmente foram editadas para serem veiculadas em mídia impressa, de forma que tiverem que ser editadas posteriormente para se adequarem às questões técnicas envolvidas no uso como OEs da aplicação ENGEO.



Figura 27: Sequência de quadros do vídeo sobre ensaio de piezocone produzido em estúdio contando com a participação do prof. Fernando Schnaid (tempo de duração: 21:24min).

Embora os tempos de desenvolvimento e custos envolvidos na produção de vídeos sejam diferentes, seguindo-se as abordagens citadas nos dois parágrafos anteriores, algumas etapas são comuns e necessárias para qualquer atividade de produção de vídeo, independente da forma de distribuição. A partir de experiências vividas no NMEAD, algumas etapas podem ser citadas como criação de *storyboards*, cuidados com iluminação, foco e enquadramento, edição e pós-produção dos vídeos (SCHNAID, 2002-a).

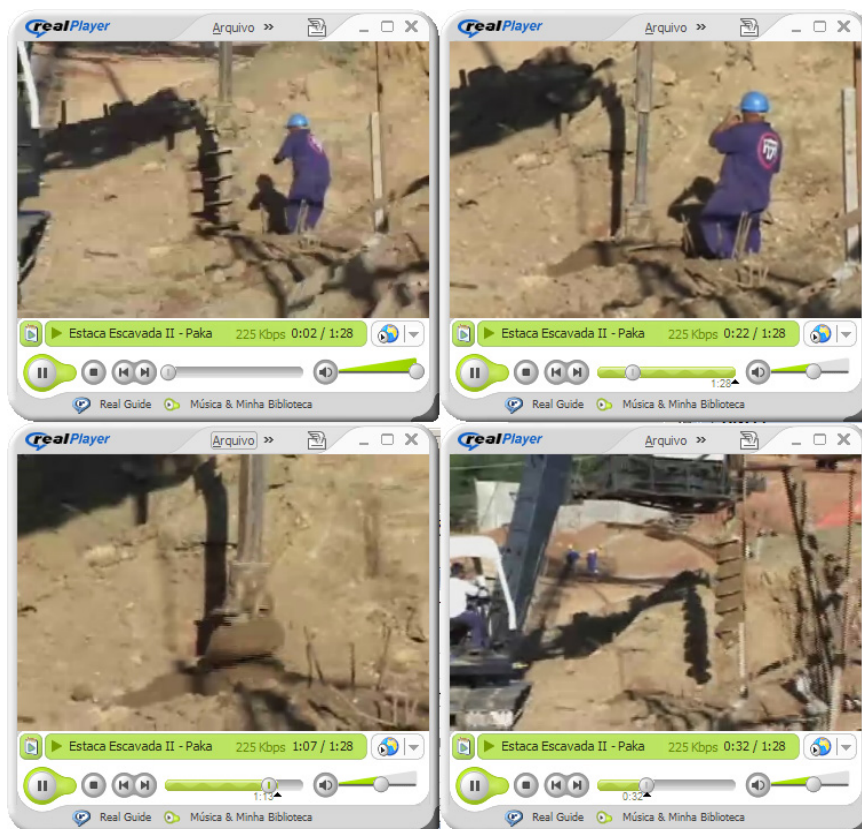


Figura 28: Clipe de vídeo com duração de 01:28min mostrando o processo de execução de uma estaca escavada

No caso da aplicação Web ENGEO, como já mencionado no item 3.3.1, a distribuição dos vídeos é realizada por *streaming* a partir do ROE, sendo que a última etapa do processo é a codificação para o formato adequado de vídeo e sua disponibilização na Web através do seu cadastramento no repositório. Vídeos produzidos para serem visualizados em computador, e em especial por *streaming* na Web, têm características técnicas completamente diferentes de vídeos para serem distribuídos por outros tipos de mídia, porém muitas etapas envolvidas no processo são as mesmas, como é o caso da necessidade de planejamento e roteiro para que efetivamente se alcance os objetivos propostos para o vídeo que se quer produzir.

Em resumo, é essencial ter-se claramente qual o objetivo que se quer alcançar com um determinado vídeo e qual seu propósito educacional. Adicionalmente, deve-se ter a preocupação com questões técnicas e de implementação que irão nortear o processo de desenvolvimento e distribuição do vídeo.

## 4.6 Livros Eletrônicos

Este recurso é um OE mais robusto, uma vez que contém uma transposição literal de todo o conteúdo do livro impresso para o formato digital. Até a finalização do presente trabalho dois livros haviam sido programados em formato de hipertexto e disponibilizados na aplicação Web ENGEIO, sendo eles: o livro *Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações*<sup>33</sup> já publicado em formato impresso, o livro *Patologias das Fundações*<sup>34</sup> que se encontra no prelo. Um polígrafo com o material de aula da disciplina Fundações e o livro *Aeroporto Internacional Salgado Filho*<sup>35</sup> estão sendo preparados para serem disponibilizados em breve.

A adoção deste formato de disponibilização de conteúdo justifica-se pelo baixo custo de implementação, facilidade de acesso para o aluno, democratização do acesso ao conteúdo dos livros, incorporam a possibilidade de uma leitura não linear e o conteúdo dos livros (texto e imagens) integrado aos outros OEs da aplicação ENGEIO permite diferentes trajetórias de navegação e de construção do conhecimento através do conteúdo.

No Capítulo a seguir será descrita a infra-estrutura de software e hardware que foi implementada para permitir o desenvolvimento da aplicação Web ENGEIO.

---

<sup>33</sup> De autoria do professor Fernando Schnaid e publicado pela Editora Oficina de Textos.

<sup>34</sup> De autoria dos professores Jarbas Milititsky, Nilo Consoli e Fernando Schnaid.

<sup>35</sup> De autoria dos professores Fernando Schnaid, Diego Nacci e Jarbas Milititsky publicado pela Editora Oficina de Textos.

## 5 MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB ENGEO

Neste Capítulo será descrita a implementação das tecnologias abordadas no Capítulo 1, e que agora serão apresentadas de forma contextualizada no processo de construção da aplicação Web ENGEO. A decisão de quais tecnologias adotar para desenvolvimento e implementação da aplicação foi à primeira etapa do planejamento e foi condicionada pela opção de disponibilizar o conteúdo e ferramentas pela Web. Desta forma, as tecnologias adotadas para compôr a arquitetura de hardware e software deveriam obedecer a algumas condições de contorno, em parte já descritas no Capítulo 1.1 e ao longo do Capítulo 3, e que neste capítulo serão abordadas com mais detalhes.

No momento da tomada de decisão sobre que tecnologias utilizar no desenvolvimento deste projeto algumas variáveis pesaram a favor da filosofia de *Software Livre* e Código Aberto (*Free Software and Open Source*). Além da questão de recursos que deveriam ser alocados para a aquisição de softwares e hardwares necessários ao funcionamento do ambiente da aplicação WEB ENGEO, levou-se em consideração a possibilidade de compartilhamento do conhecimento gerado por esta dissertação, de forma que pessoas interessadas em replicar a experiência pudessem, sem custos, implementar o ambiente, examinar os códigos de programação, recriar a base de dados e adaptá-los a qualquer domínio de conhecimento. O significado do termo *Software Livre* segue em uma transcrição obtida do Projeto Software Livre Brasil<sup>36</sup>, que tem como objetivo principal a promoção do uso e do desenvolvimento de *Software Livre* como uma alternativa econômica e tecnológica, e que é o adotado neste trabalho:

Software livre se refere à liberdade dos usuários executarem, copiarem, distribuírem, estudarem, modificarem e aperfeiçoarem o software. Mais precisamente, ele se refere a quatro liberdades, para os usuários do software:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito;
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo;
- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie (liberdade no. 3). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

---

<sup>36</sup> Iniciativa não governamental que reúne instituições públicas e privadas do Brasil: poder público, universidades, empresários, grupos de usuários e ONG's. Acessível pelo endereço <http://www.softwarelivre.org/>.



De acordo com a Sun Microsystems, “[...] código aberto é um método de desenvolvimento de software onde a licença permite que qualquer desenvolvedor trabalhe livremente no código fonte e encoraja o desenvolvimento cooperativo” (SUNSOURCE.NET, 2005). O movimento Software Livre/Código Aberto conta com o apoio e suporte da UNESCO desde 2001, sendo que o movimento foi criado em 1984 (STALLMAN, 2004), indicando que o compartilhamento e reuso de informações e conteúdo é um processo maduro. Norteador por estas condições, a linguagem de programação escolhida foi Java, somando-se as tecnologias para WEB por ela oferecida, e o MySQL como Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), dois recursos tecnológicos que são gratuitos para uso tanto acadêmico quanto comercial.

A aplicação WEB ENGEO segue as referências de arquitetura definidas pela especificação da tecnologia Java Servlet (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b) que diz que uma aplicação WEB pode conter páginas JSP que negociam requisições e geram conteúdo dinâmico; Servlets que negociam requisições e geram conteúdo dinâmico; componentes JavaBeans que encapsulam comportamentos e estados; HTML estático, DHTML, XHTML, XML, e páginas similares; Java Applets, componentes JavaBeans, e classes Java arbitrárias; ambiente de execução JRE rodando no cliente através do plugin Java Web Start; e ambiente de execução JRE rodando no servidor, sendo este último obrigatório. A aplicação WEB ENGEO atende a especificação, pois roda páginas JSP e possui o JRE rodando no servidor da aplicação. Os termos e expressões deste parágrafo serão esclarecidos a partir item 3.2.1.

A arquitetura que compõe o ENGEO pode estar distribuída fisicamente em vários computadores ou toda infra-estrutura de software pode estar alocada em um único computador, dependendo é claro, dos recursos disponíveis. A estrutura geral da aplicação Web ENGEO pode ser vista na Figura 29, sendo a arquitetura implementada (ou seja, todos os serviços instalados em um único computador). O ambiente de produção<sup>37</sup> é composto de um servidor HP Pro Liant ML110, com dois discos de 40Gb, processador Pentium IV 2.8GHz e 768Mb de memória RAM. Neste servidor de produção tem-se instalado o *container Web*<sup>38</sup> Jakarta Tomcat V. 5.0.27, que disponibiliza acesso a JavaServer Pages (JSP) e Servlets, duas tecnologias Java para Web, o SGBD MySQL V. 4.0.17 que armazena as informações usadas

---

<sup>37</sup> Ambiente de produção é aquele em que disponibiliza as versões finais dos produtos. Ambientes de desenvolvimento são aqueles onde ocorrem todos os testes em todas as etapas até se chegar a uma versão estável e final de um produto. Geralmente têm-se duas arquiteturas de hardware e software idênticas ou com os mesmos requisitos para rodar uma dada aplicação, uma para desenvolvimento e outra para produção.

pelo ENGEIO, o servidor de *streaming* de mídia Helix Server V.9 que serve arquivos de áudio e vídeo através de fluxo contínuo de informação e a plataforma J2SE 5.0 que dá suporte para que os componentes baseados em Java sejam executados.

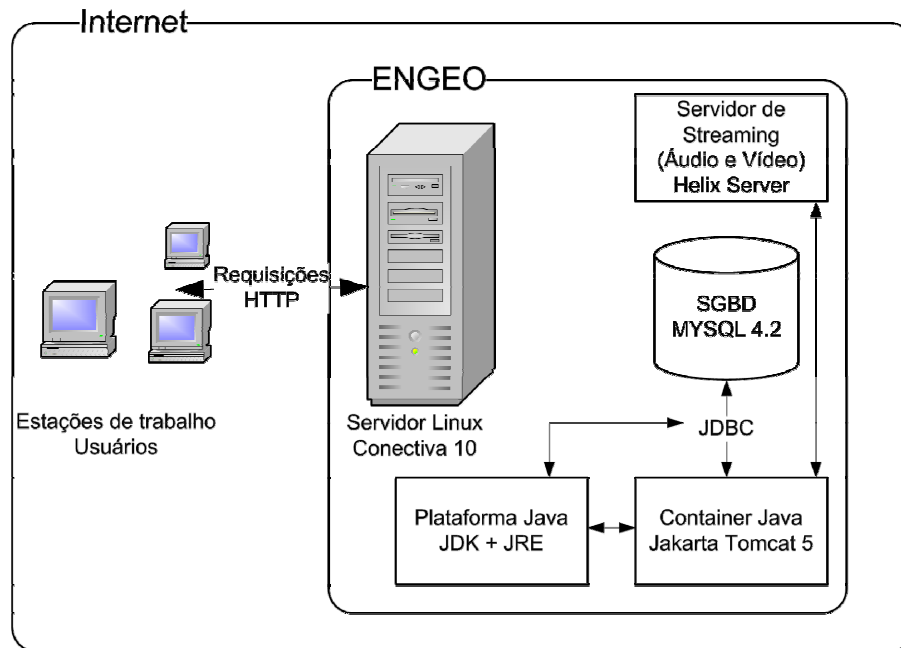


Figura 29: Arquitetura geral da aplicação Web ENGEIO

Nos próximos itens cada uma das partes que compõe o ENGEIO serão melhor detalhadas, bem como sua integração. O esclarecimento técnico das etapas de programação e características dos softwares são necessárias à compreensão do desenvolvimento do presente trabalho. Sendo conteúdos de informática, não necessariamente da área de domínio da Engenharia Civil, optou-se por descrever os conceitos e processos envolvidos na programação.

## 5.1 Tecnologias Java Aplicadas ao ENGEIO

Podemos dividir a programação em Java em aplicativos *desktop*, que são programas para serem executados isoladamente em um computador sem a necessidade de acesso a rede, e os aplicativos Web, que são aplicativos armazenados em servidores e acessados via rede ou Internet ou compartilhados por vários usuários a partir de um computador. Para o propósito

<sup>38</sup> O significado de *container* Web é esclarecido no item 5.1.1

desta dissertação, ou seja, o desenvolvimento da aplicação Web ENGEO, as tecnologias Java para Web, em especial as APIs JSP e JDBC, foram as trabalhadas e implementadas.

A tecnologia JSP faz parte da implementação da Plataforma J2EE e tem a finalidade de possibilitar a construção de aplicações para geração de conteúdo Web dinâmico (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b). Por sua vez, a API JDBC provê acesso a SGBDs relacionais através da linguagem de programação Java (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2001). A seguir, serão apresentados detalhes de cada uma das tecnologias, mas não sem antes apresentar a tecnologia Java Servlet (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003) necessária à compreensão de alguns tópicos do JSP, e em função do container Web ser uma implementação desta API.

### 5.1.1 Java Servlets

A tecnologia JSP usada no ENGEO é em grande parte baseada na tecnologia Servlet, por isso a preocupação em apresentar alguns conceitos relacionados a esta última, como introdução à primeira, sendo o ENGEO uma aplicação Web que usa o *container* Tomcat como mecanismo de execução das páginas JSP e como responsável pela comunicação com os clientes Web, normalmente os navegadores usados pelos usuários.

Outro esclarecimento é sobre a grafia da palavra servlet. Quando escrita com *S* maiúsculo (Servlet) refere-se à tecnologia ou a API, quando escrita com *s* minúsculo (servlet) refere-se a uma classe Java genérica, comumente um arquivo *.class* que estende a API Servlet.

De acordo com a definição da Sun na especificação desta tecnologia, “servlet é um componente Java baseado em tecnologia Web, gerenciado por um container Web<sup>39</sup>, que gera conteúdo dinâmico” (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003). Cabe ressaltar, como visto na citação, que um servlet não existe por si só, estando sempre associado a um *container* Web, pois é este quem controla o funcionamento e o ciclo de vida do servlet. Para Leme (2004-b, p. 29) “a API Servlet é uma das mais importantes tecnologias da plataforma J2EE, pois é o coração das demais tecnologias Java para Web”.

---

<sup>39</sup> No ENGEO está sendo usado o *container* Jakarta Tomcat, ou simplesmente Tomcat, que implementa as tecnologias JSP e Servlet.

Podemos traduzir a definição acima dizendo que servlets são programas Java que rodam no servidor, assim como páginas JSP, e atendem solicitações via protocolo HTTP executando alguma instrução e retornando o resultado ao cliente. A representação esquemática pode ser visualizada na Figura 30. Este é o chamado modelo cliente-servidor e uma das implementações mais comuns do modelo de solicitação-resposta está representado na comunicação entre navegadores Web e os servidores da Internet.

Quando um usuário seleciona um *site* da Web para navegar digitando o endereço (URL) na barra de endereços do navegador ou através de um *link* em uma página, uma solicitação é enviada para o servidor da Web apropriado. O servidor normalmente responde para o cliente enviando a página HTML do endereço Web solicitado. Este processo está representado pela etapa 1 da Figura 30. Eventualmente, em aplicações Web com conteúdo dinâmico, valores de variáveis podem ser enviados e recebidos neste processo de comunicação cliente-servidor.

A expressão **container Web** citada no primeiro parágrafo, encontrada na bibliografia também como *Servlet container*, representa uma parte de um servidor Web ou de um servidor de aplicações que provê serviços de rede sobre o qual solicitações e respostas são enviadas. A especificação ainda diz que qualquer *container* Web deve suportar o HTTP como protocolo para solicitações e respostas, mas protocolos adicionais de solicitação e resposta podem ser suportados, como por exemplo, o HTTPS (HTTP + SSL - *Security Socket Layer*) (JSR 154, 2004).

O *container* Web é o responsável pelo carregamento e instanciação dos servlets e no caso do ENGEIO também pela comunicação cliente-servidor. A forma como o servlet é carregado e instanciado no *container* Web é chamada **ciclo de vida** (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003; LEME, 2004-a), que foi citado no final do primeiro parágrafo deste item. Os três métodos envolvidos neste ciclo são **init()**, **service()** e **destroy()** e são fornecidos pela interface **javax.servlet.Servlet** presente no pacote **javax.servlet**, que junto com o pacote **javax.servlet.http** formam a API Servlet. As principais classes e interfaces da API são mostradas na Figura 31.

O funcionamento do ciclo de vida está representado nas etapas 2, 3 e 4 da Figura 30 e é descrito resumidamente nos seguintes passos:

- a) antes da primeira solicitação, o container cria uma instância do servlet e chama o método **init()**. Este método aloca os recursos de máquina necessários para o servlet. A instância do servlet pode ser criada no momento em que se cria o **Contexto**<sup>40</sup> da aplicação Web no *container* ou quando o container é reiniciado;
- b) quando o *container* recebe uma nova solicitação ele cria novos objetos **ServletRequest** e **ServletResponse** e os envia para o método **service()**. O *container* tem capacidade de processar múltiplas solicitações simultâneas;
- c) quando o servlet não for mais necessário é chamado o método **destroy()** e os recursos alocados são liberados.

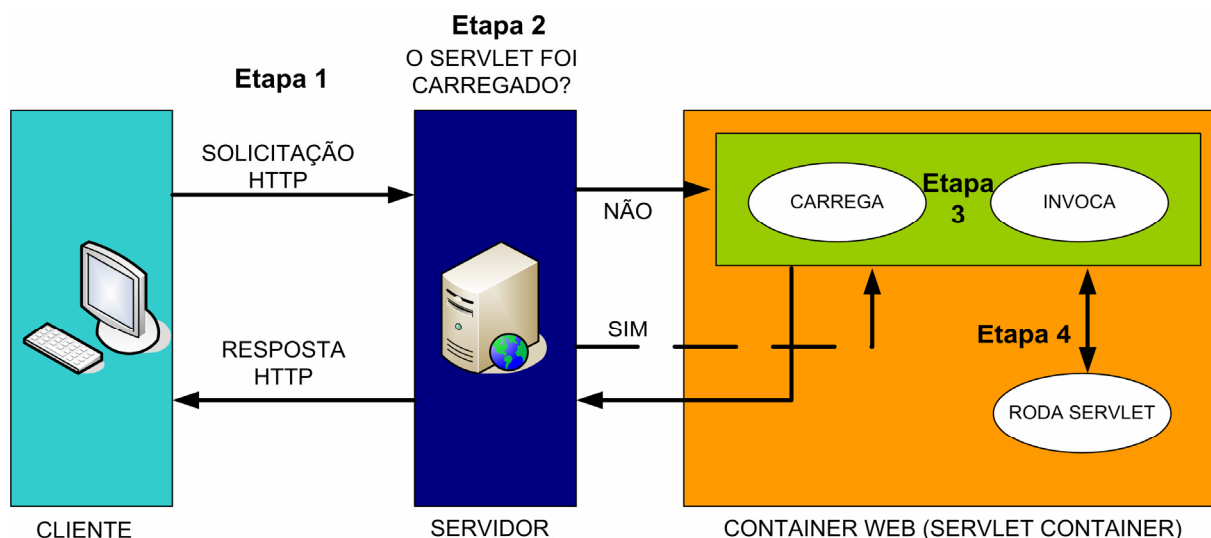


Figura 30: Representação esquemática do modelo cliente-servidor / solicitação-resposta mostrando a implementação da API Servlet sugerida pela JSR 154

Como já relatado no item 3.2.1 e no início deste item, o ENGEIO adota o Tomcat como *container* Web, pois ele implementa API Servlet, bem como a JSP, conforme as recomendações das especificações JSR 154 e 245 (APACHE JAKARTA PROJECT, 2004), possibilitando o desenvolvimento de aplicações Web que geram conteúdo dinâmico baseado em tecnologias Java.

<sup>40</sup> Um Contexto é um diretório onde uma aplicação Web é configurada no *container* Web.

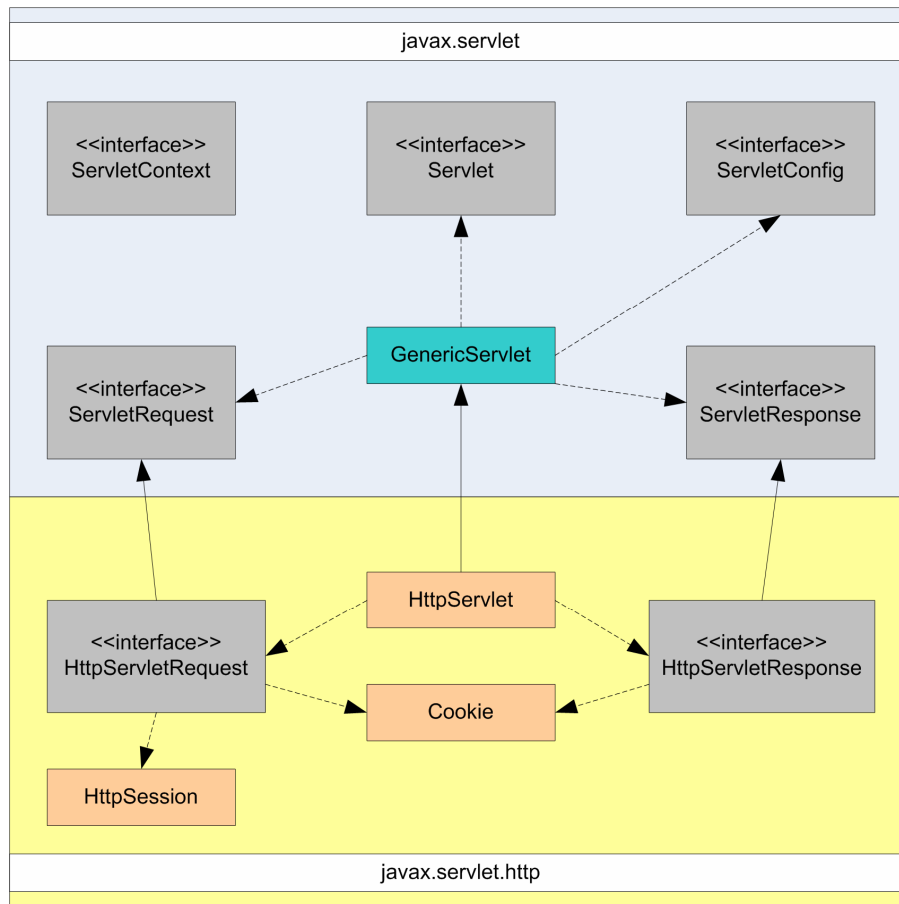


Figura 31: Principais classes e interfaces da API Servlet. Fonte: (LEME, 2004-a)

### 5.1.2 JavaServer™ Pages

Esta foi a tecnologia predominante ao longo do desenvolvimento do ENGEIO. Como já comentado no segundo parágrafo do item 5.1, o objetivo da tecnologia JSP é a criação e a gerência simplificadas de aplicações Web dinâmicas, permitindo que se combine HTML com segmentos de código Java no mesmo documento, trazendo também todas as vantagens do Java, como a portabilidade multi-plataforma e a POO.

Um possível benefício em se usar JSP é que se pode manter um único documento que represente a página e o código Java implementado. Porém, segundo Bomfim Júnior (2002) e Lozano (2004-b), existe uma forte tendência em se desenvolver aplicações Web que separem a lógica de negócios da formatação. Isto quer dizer que embora seja possível desenvolver aplicações Web complexas usando apenas classes que estendem a API Servlets ou apenas usando a abordagem centrada em páginas JSP, o indicado pelas boas práticas de

desenvolvimento é processar os dados de solicitações (Figura 30, etapa 1) em servlets repassando a resposta para a página JSP para que ela se encarregue de formatar os resultados.

Um das justificativas para este modelo era a dificuldade de programadores Java trabalhar com *design* para Web e por outro lado *web designers* entender e escrever código Java para páginas Web (LOZANO, 2004-b). Desta forma o intuito era separar o trabalho destes dois profissionais diminuindo a quantidade necessária de código Java no corpo da página JSP e modularizando o desenvolvimento das aplicações. Assim, aos programadores caberia programar e aos *designers* cuidar do *design* e da formatação das páginas. Porém, como o autor ocupou as funções de programador e *web designer* à época do início do desenvolvimento do ENGEIO, a decisão tomada foi a de usar no projeto apenas a tecnologia JSP, lembrando que indiretamente está sendo usado Servlet através do mecanismo do *container* Tomcat.

Existem outras tecnologias Java que hoje auxiliam no desenvolvimento de aplicações Web, segundo as tendências indicadas por Bomfim Júnior (2002) e Lozano (2004-b), como JavaServer Pages Standard Tag Library (JSTL), Taglibs, JavaBeans, Enterprise JavaBeans, Struts, que a uma primeira vista pode complexificar o desenvolvimento de aplicações. Mas, na verdade, Lozano (2004-a, p.20) destaca “[...] a maturidade da plataforma Java e o simples fato de não existir uma única solução universal para todos os tipos de aplicações”.

Embora baseada na tecnologia Servlet, pois a especificação JSP herda da especificação de servlets os conceitos de *Web application*, *ServletContexts*, *sessions*, e *requests* e *responses* (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b), a tecnologia JSP se apresenta na forma de documentos de texto com extensão *.jsp* que são disponibilizados para acesso via requisição de protocolo HTTP ao *container* Web que serve páginas com esta tecnologia Java. O código Java em páginas JSP é delimitado por *tags* especiais, chamadas elementos sintáticos, que dizem ao *container* Web que ele deve usar o código para gerar um servlet.

Os elementos sintáticos são a forma de se implementar os recursos JSP especificados na JSR 245 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b), e estão divididas, segundo BOMFIM JÚNIOR (2002), em três categorias: diretivas, ações e elementos de script, sendo que no desenvolvimento do ENGEIO foram utilizados os elementos sintáticos **expressão**, **scriptlet** e **diretivas**. A Tabela 1 apresenta a sintaxe e a função de cada um destes elementos e na Figura 32 e na Figura 33 são mostrados códigos-fonte de duas páginas JSP da aplicação Web ENGEIO com a implementação real destes elementos da API Java.

Tabela 1 - Elementos sintáticos da tecnologia JSP usadas no ENGEIO

Elemento sintático	Função	Sintaxe
Expressão	Geração de dados a serem exibidos ao usuário na resposta. As expressões são executadas a cada nova solicitação	<%= expressão %>
Scriptlet	Empregados com instruções (código de programação Java) que serão executados a cada nova solicitação	<% código; %>
Diretivas	São elementos vitais para a fase de tradução da página JSP. Por meio das diretivas são obtidas informações globais e não dependem de solicitações	<%@ diretiva %>

```

1 <%@ page contentType="text/html; charset=iso-8859-1" language="java" import="java.sql.*"
  errorPage="" %>
2 <%@ include file="../Connections/con_patologias.jsp" %>
3 <%
4 String figuras_MMColParam = "1";
5 if (request.getParameter("identifier") !=null) {figuras_MMColParam = (String)request.
  getParameter("identifier");}
6 %>
7 <%
8 Driver Driverfiguras = (Driver)Class.forName(MM_con_patologias_DRIVER).newInstance();
9 Connection Connfiguras = DriverManager.getConnection(MM_con_patologias_STRING,
  MM_con_patologias_USERNAME,MM_con_patologias_PASSWORD);
10 PreparedStatement Statementfiguras = Connfiguras.prepareStatement("SELECT * FROM
  banco_geo.rep_figuras WHERE identifier = " + figuras_MMColParam + "");
11 ResultSet figuras = Statementfiguras.executeQuery();
12 boolean figuras_isEmpty = !figuras.next();
13 boolean figuras_hasData = !figuras_isEmpty;
14 Object figuras_data;
15 int figuras_numRows = 0;
16 %>
17 <html>
18 <head>
19 <title>Ambiente de Apoio ao Ensino de Geotecnia</title>
20 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
21 <link href="./estilos.css" rel="stylesheet" type="text/css">
22 <script language="JavaScript" type="text/JavaScript">

```

Figura 32: Trecho do código-fonte da página figurasDet.jsp mostrando scriptlets e diretivas



```

493         <td class="texto">Autor:</td>
494         <td class="texto"><%=(((videos_data = videos.getObject("creator"))==null
|| videos.isNull())?"":videos_data)%></td>
495     </tr>
496     <tr>
497         <td class="texto">Palavras Chave:</td>
498         <td class="texto"><%=(((videos_data = videos.getObject("subject"))==null
|| videos.isNull())?"":videos_data)%></td>
499     </tr>
500     <tr>
501         <td class="texto"><a href="videosDet.jsp?identificador=<%=(((videos_data =
videos.getObject("identificador"))==null || videos.isNull())?"":videos_data)%>">Mais
Detalhes...</a></td>
502         <td>&nbsp;</td>
503     </tr>
504     <tr>
505         <td>&nbsp;</td>
506         <td>&nbsp;</td>
507     </tr>
508     <%
509 Repeat1__index++;
510 videos_hasData = videos.next();
511 }
512 %>
513     <tr bgcolor="#CCCCCC">
514         <td colspan="1"></td>

```

Figura 33: Trecho do código-fonte da página videos02.jsp mostrando expressões e scriptlets

Os códigos-fonte mostrados na Figura 32 e Figura 33, bem como todas as páginas JSP da aplicação ENGEO foram convertidas em servlets pelo *container* Web no momento do primeiro acesso ou solicitação feita por um cliente Web através do URL pelo protocolo HTTP. A tradução e compilação são executadas apenas na primeira vez que algum usuário solicita uma página JSP da aplicação Web. Conforme a JSR 245 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b), ao ocorrer a solicitação a uma página específica, sendo esta a primeira vez que ela será acessada, o *container* Web cria uma classe de implementação desta página JSP, que ira implementar a classe **javax.servlet.Servlet**. Estes passos estão esquematizados na Figura 34. As solicitações seguintes desta página JSP serão encaminhadas para a classe correspondente que foi compilada. Daí em diante uma aplicação Web desenvolvida em JSP passa a se comportar em nível de *container* Web da mesma forma como se tivesse sido desenvolvida toda em servlets, conforme descrito ao longo deste item e do item anterior.

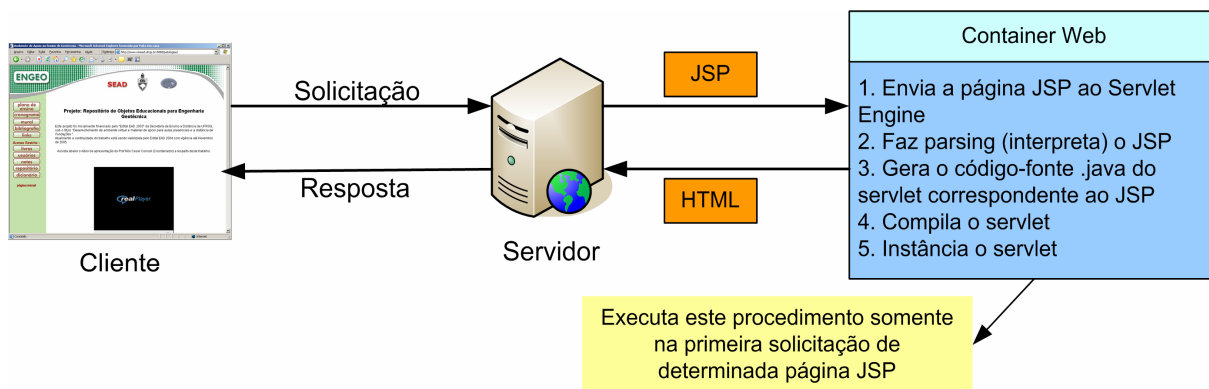


Figura 34: Modelo da comunicação entre cliente-servidor e a execução de páginas JSP no *container* Web

### 5.1.3 JDBC – Java Database Connectivity

Segundo a JSR 54 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2001), a API JDBC<sup>TM</sup> foi projetada para fornecer acesso universal a dados usando a linguagem de programação Java, de bancos de dados relacionais à planilhas e arquivos de texto.

A API JDBC é parte integrante da plataforma Java (Figura 4) e é composta por dois pacotes de classes: **java.sql** e **javax.sql**. Estes pacotes implementam funcionalidades que permitem a aplicações escritas em Java executar consultas SQL (*Structured Query Language*), recuperar resultados e propagar modificações nas fontes de dados.

O ENGEO usa esta API para se comunicar com o SGBD MySQL e acessar o banco de dados que armazena as informações que são usadas pela aplicação Web. Como exemplo deste processo pode-se citar o acesso aos livros eletrônicos que estão disponibilizados no ENGEO. Esta área é protegida por senha e somente usuários cadastrados no banco de dados podem acessá-la, isto é, somente quem tem seu nome de usuário e senha em uma tabela específica do banco de dados, que é consultada pelo ENGEO, poderá seguir adiante na navegação. Caso contrário o acesso é negado. A representação desta negociação é mostrada no diagrama da Figura 35.

Pode-se resumir o processo descrito no parágrafo anterior nos seguintes passos:

- a) o usuário digita em um formulário da página LoginLivros.jsp seu nome de usuário e senha;

- b) estas informações são armazenadas como valores de dois atributos: **username** e **senha**;
- c) uma conexão com o banco de dados é aberta e uma consulta é realizada na tabela **Usuarios** do banco de dados associado ao ENGEIO, para verificar se existe o usuário e se a senha pertence a ele e está correta;
- d) satisfeita estas condições, o usuário é encaminhado a página JSP que exibe os links para os livros;
- e) se não forem satisfeitas estas condições, o usuário receberá como resposta uma página informando que a entrada na seção Livros do ENGEIO foi negada.

O código-fonte da página LoginLivros.jsp (Figura 36) mostra os **scriptlets** JSP responsáveis pela consulta, processamento das informações do banco de dados e execução das instruções necessárias para que o ENGEIO libere ou negue o acesso aos livros.

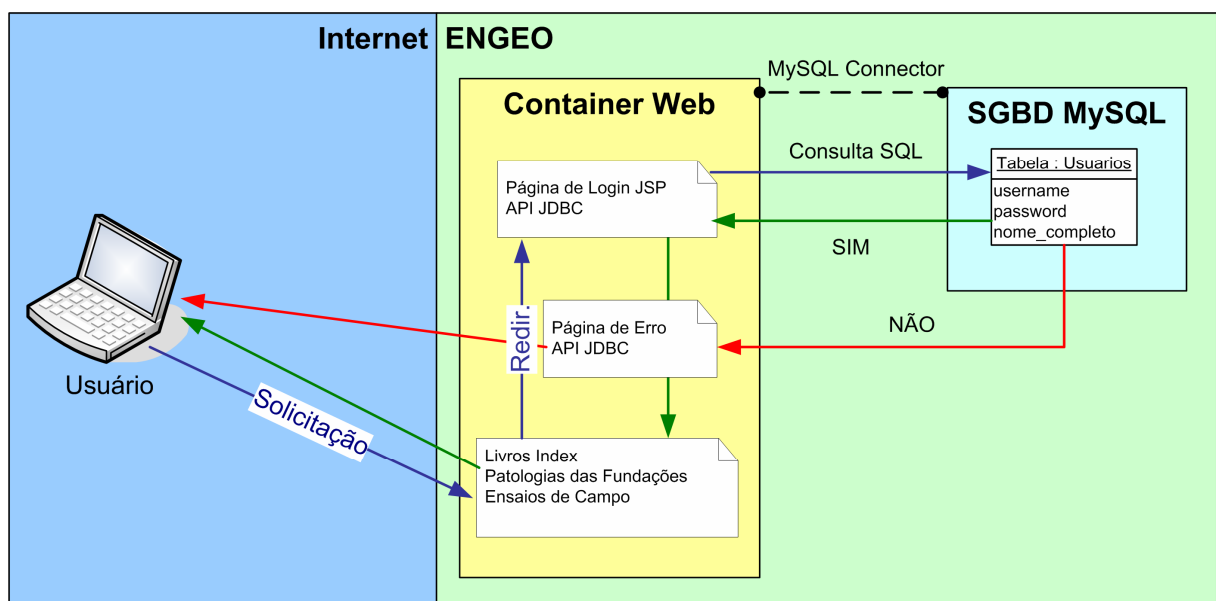


Figura 35: Diagrama das regras de negociação do login na seção Livros do ENGEIO

```

1 <%@ page contentType="text/html; charset=iso-8859-1" language="java" import="java.sql.*"
  errorPage="" %>
2 <%@ include file="../Connections/con_patologias.jsp" %>
3 <%
4 // *** Validate request to log in to this site.
5 String MM_LoginAction = request.getRequestURI();
6 if (request.getQueryString() != null && request.getQueryString().length() > 0) {
7   String queryString = request.getQueryString();
8   String tempStr = "";
9   for (int i=0; i < queryString.length(); i++) {
10    if (queryString.charAt(i) == '<') tempStr = tempStr + "&lt;";
11    else if (queryString.charAt(i) == '>') tempStr = tempStr + "&gt;";
12    else if (queryString.charAt(i) == '"') tempStr = tempStr + "&quot;";
13    else tempStr = tempStr + queryString.charAt(i);
14   }
15   MM_LoginAction += "?" + tempStr;
16 }
17 String MM_valUsername=request.getParameter("username");
18 if (MM_valUsername != null) {
19   String MM_fldUserAuthorization="";
20   String MM_redirectLoginSuccess="livros.jsp";
21   String MM_redirectLoginFailed="loginLivros_Erro.jsp";
22   String MM_redirectLogin=MM_redirectLoginFailed;
23   Driver MM_driverUser = (Driver)Class.forName(MM_con_patologias_DRIVER).newInstance();
24   Connection MM_connUser = DriverManager.getConnection(MM_con_patologias_STRING,
MM_con_patologias_USERNAME,MM_con_patologias_PASSWORD);
25   String MM_pSQL = "SELECT user, senha";
26   if (!MM_fldUserAuthorization.equals("")) MM_pSQL += "," + MM_fldUserAuthorization;
27   MM_pSQL += " FROM banco_geo.usuarios WHERE user=\'' + MM_valUsername.replace('\'', ' ')
+ '\ ' AND senha=\'' + request.getParameter("senha").toString().replace('\'', ' ') + '\ '";
28   PreparedStatement MM_statementUser = MM_connUser.prepareStatement(MM_pSQL);
29   ResultSet MM_rsUser = MM_statementUser.executeQuery();
30   boolean MM_rsUser_isNotEmpty = MM_rsUser.next();
31   if (MM_rsUser_isNotEmpty) {
32     // username and password match - this is a valid user
33     session.putValue("MM_Username", MM_valUsername);
34     if (!MM_fldUserAuthorization.equals("")) {
35       session.putValue("MM_UserAuthorization", MM_rsUser.getString(MM_fldUserAuthorization)
).trim());
36     } else {
37       session.putValue("MM_UserAuthorization", "");
38     }
39     if ((request.getParameter("accessdenied") != null) && false) {
40       MM_redirectLoginSuccess = request.getParameter("accessdenied");
41     }
42     MM_redirectLogin=MM_redirectLoginSuccess;
43   }
44   MM_rsUser.close();
45   MM_connUser.close();
46   response.sendRedirect(response.encodeRedirectURL(MM_redirectLogin));
47   return;
48 }
49 %>
50 <html>
51 <head>
52 <title>Ambiente de Apoio ao Ensino de Geotecnia</title>
53 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
54 <link href="../estilos.css" rel="stylesheet" type="text/css">

```

Figura 36: Código-fonte da página LoginLivro.jsp do ENGEIO mostrando os **scriptlets** responsáveis pela consulta e processamento das informações do banco de dados.

Para finalizar, o uso da API JDBC com um SGBD em particular torna necessário o uso de um *driver* que gerencie as conexões entre a tecnologia JDBC e o SGBD escolhido (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2001). No caso do ENGEIO, que usa o SGBD MySQL, foi adotado o *driver MySQL Connector/J*, fornecido pela própria desenvolvedora do SGBD. Sua função é traduzir as chamadas JDBC para o protocolo de comunicação aceito pelo MySQL e vice-versa, e está em conformidade com especificações do *container* Tomcat e da especificação JSR 54 (APACHE JAKARTA PROJECT, 2004; JAVA COMMUNITY PROCESS, 2001).

## 5.2 Modelagem e Armazenamento de Informações

O ENGEIO trabalha dinamicamente obtendo informações de um banco de dados para compor o conteúdo que é mostrado ao usuário na tela do navegador Web. Praticamente, todas as seções e recursos do ENGEIO funcionam dinamicamente, de filtros de conteúdo a restrições de acesso. A página com o plano de ensino, por exemplo, embora relativamente pequena em quantidade de conteúdo oferecida ao usuário, também busca as informações no banco de dados. Apenas a página inicial do ENGEIO e os livros eletrônicos não usam o banco de dados.

A justificativa para adotar este modelo de aplicação vem da expressão *Write Once, Run Anywhere* que é marca registrada, literalmente, da Sun Microsystems e é descrita na JSR 245 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b). Esta expressão significa que uma vez programada a aplicação não é mais necessário alterar o código Java. Isto quer dizer que podemos implementar o ENGEIO em qualquer plataforma de hardware e software, em qualquer *container* Web, em qualquer servidor de aplicações, sem precisar reprogramá-lo. Desta forma, segundo Vaswani (2004), qualquer alteração de conteúdo é realizada no banco de dados, poupando tempo e trabalho do programador e facilitando a manutenção do conteúdo da aplicação e a gestão de informações, pois “[...] o sistema de banco de dados proporciona [...] controle centralizado de dados” (DATE, 2003, p.15).

Para Vaswani (2004), uma característica importante obtida pela adoção do MySQL, que na verdade é característica de bancos de dados relacionais como ele, é a possibilidade de criar **relações** que podem ser usadas para combinar dados de tabelas, permitindo que se análise os dados de diferentes perspectivas. Entende-se por banco de dados relacional aquele que “[...] é composto por tabelas e relações.” (HEUSER, 2004, p.88).

Sendo assim, abordagem relacional serviu de referencial para o início do projeto do banco de dados do ENGEO, que usou como ponto de partida conhecimento do domínio de aplicação do autor e dos professores envolvidos no projeto para desenvolver a modelagem conceitual domínio de aplicação. A partir daí usou-se a estratégia *top-down* sugerida por Heuser (2004), de se iniciar com uma modelagem superficial identificando **entidades**, **relacionamentos**, **cardinalidades máximas** e **atributos**, e buscar com o tempo uma modelagem mais detalhada. Os últimos passos são adicionar domínios aos **atributos**, definir as **cardinalidades mínimas** dos relacionamentos, outras **restrições de integridade** e, por fim, validar o banco de dados na aplicação.

A etapa de modelagem conceitual, seguindo os conceitos e técnicas abordados no item 3.2.3, foi concluída com a construção de um esquema visual chamado Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) seguindo os padrões definidos pela Unified Modeling Language (UML). A UML é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de sistemas que pode ser usada para projetos de banco de dados na fase de modelagem conceitual (ALHIR, 2003; UML™ RESOURCE PAGE, 2005; OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2003).

Nesta fase de desenvolvimento incorporou-se uma padronização de dados desenvolvida pela Dublin Core. Esta corporação desenvolveu um grupo de quinze metadados na tentativa de padronizar documentos eletrônicos, de modo a otimizar os processos de busca e de recuperação de informações. Estes metadados foram incorporados à modelagem assumindo o papel de atributos para as entidades que representavam os OEs que fariam parte do repositório da aplicação ENGEO. Pode-se considerar que metadados são informações que resumem, enriquecem ou complementam os objetos ou serviços referenciados, produzindo assim um potencial incremento de informação, auxiliando na eficiência dos mecanismos de busca e na recuperação de informações. No Anexo A tem-se a descrição de cada metadado adotado, sendo que esta descrição contém o nome e o valor que o atributo pode assumir.

A fase inicial da modelagem do banco de dados mostrando as entidades inicialmente identificadas, com seus atributos e relacionamentos pode ser vista na Figura 37. O modelo conceitual completo é mostrado na Figura 38.

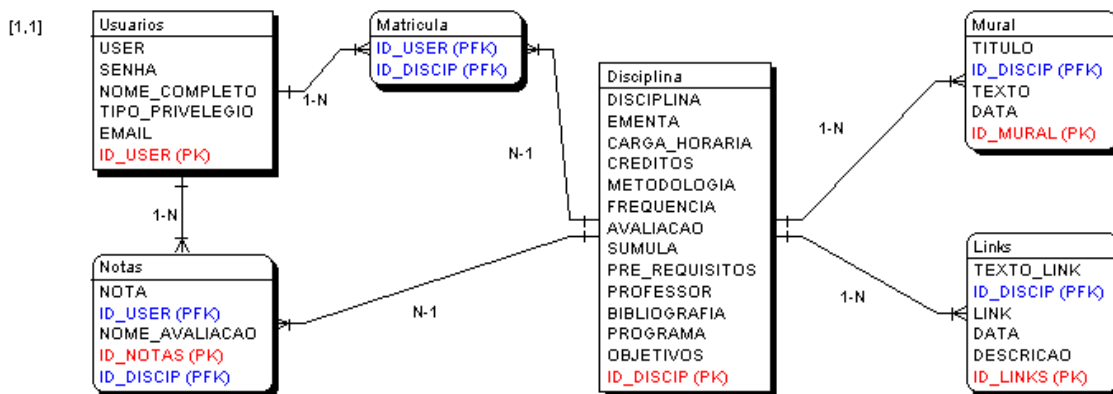


Figura 37: Parte do Diagrama ER do banco de dados do ENGE0 .

Usando como base o modelo conceitual do banco de dados discutido nos parágrafos acima e mostrado na Figura 38, parte-se para o projeto lógico do banco de dados. O modelo lógico usado segue **abordagem relacional** definida em função do SGBD utilizado e, segundo Heuser (2004, p.7), “representa a estrutura de dados de um banco de dados conforme vista pelo usuário”, ou seja, na forma como o projeto será implementado. Em bancos de dados relacionais os dados são organizados em forma de tabelas.

[1,1]

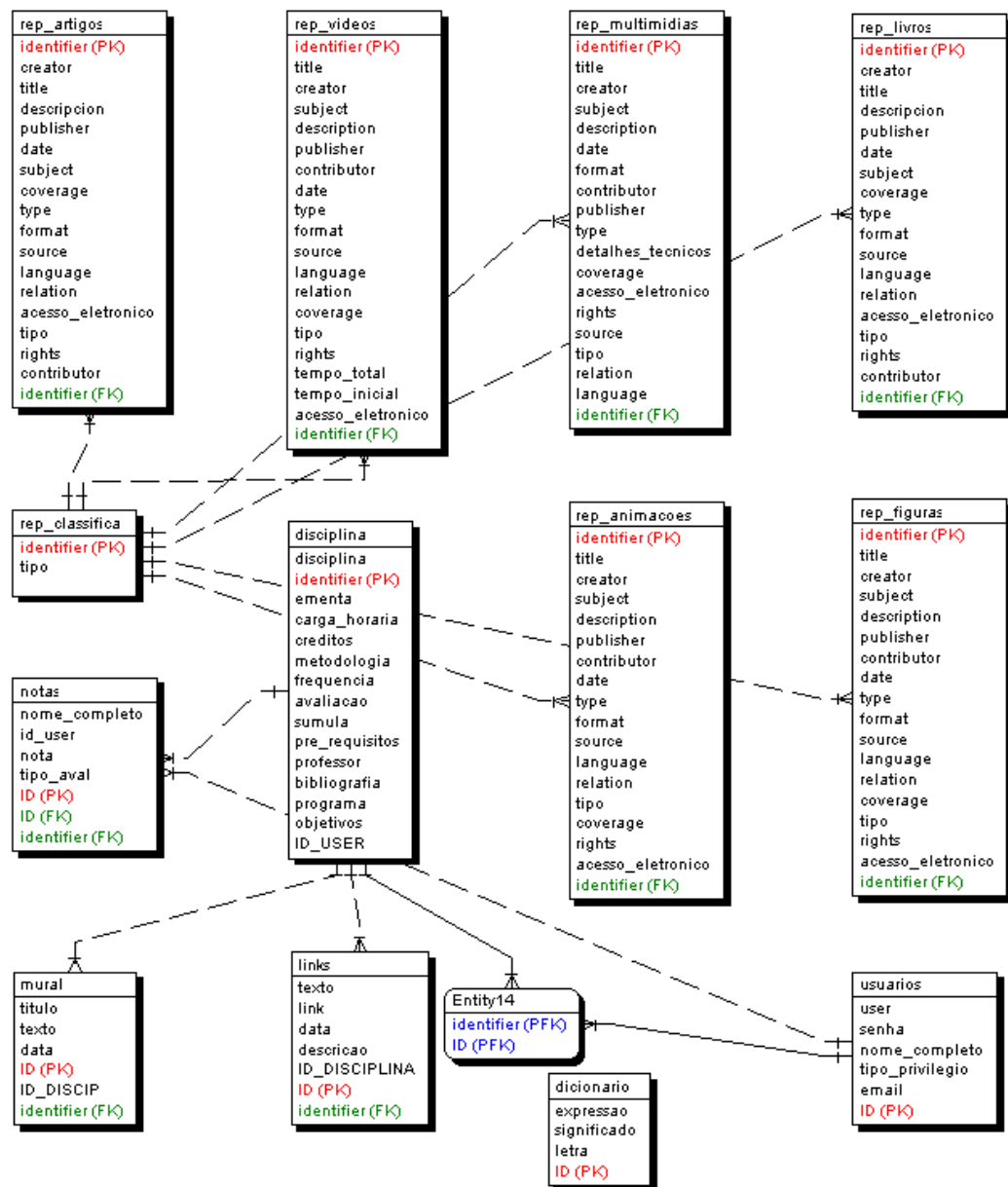


Figura 38: Modelo Conceitual do banco de dados ENGE0

No projeto lógico converte-se os elementos do modelo conceitual e componentes do SGBD onde será implementado o banco de dados, onde tem-se tabelas, campos e registros. Uma tabela é formada por linhas e colunas onde as linhas são os registros e o colunas são os campos. É comum encontrar na bibliografia o termo **tupla** referindo-se a registro e **atributo** referindo-se a campo, mas aqui usaremos os termos **registro** e **campo**. O nome dos campos



são identificados no cabeçalho das colunas (HEUSER, 2004). Esta estrutura pode ser identificada no exemplo dado na Figura 39.

<b>user</b>	<b>senha</b>	<b>nome_comple</b>	<b>tipo_privilegio</b>	<b>email</b>	<b>ID</b>
aluno01	123456	aluno01	usuario	aluno@ufrgs.br	1
aluno02	123456	aluno02	usuario	aluno@ufrgs.br	2
aluno03	123456	aluno03	usuario	aluno@ufrgs.br	3
aluno04	123456	aluno04	usuario	aluno@ufrgs.br	4
aluno05	123456	aluno05	usuario	aluno@ufrgs.br	6
Professor01	123456	Professor01	root	professor01@ufrgs.br	7
Professor02	123456	Professor02	root	professor02@inf.ufrgs.br	8
Administrador	123456	Administrador	root	adm@ufrgs.br	9

Figura 39: Exemplo mostrando a tabela **usuarios** do banco de dados do ENGE0

As tabelas representam **entidades** do domínio de aplicação que se está querendo modelar e os campos representam os **atributos** destas entidades. A partir da identificação das entidades e seus atributos busca-se identificar as associações entre as instâncias destas entidades, chamadas **objetos**. As associações são chamadas **relações**.

As relações entre tabelas são feitas através de elementos chamados **chave primária** e **chave estrangeira** e são associados a campos das tabelas. A chave primária é um campo ou uma combinação de campos de forma a permitir que um registro seja diferenciado dos demais em uma tabela. E chave estrangeira é um campo ou conjunto de campos no qual os valores aparecem obrigatoriamente na chave primária da outra tabela. Ainda pode-se usar um elemento adicional chamado **chave alternativa** para criar uma combinação de índices que diferencie registros de uma tabela. Na Figura 39 pode-se observar que tanto o atributo *user* quanto *ID* poderiam ser usados como chave primária. Se fosse adotado *ID* como chave primária, *user* poderia eventualmente ser usado como chave alternativa (DATE, 2003; HEUSER, 2004).

Resumindo, **relações** entre duas tabelas são formadas por chaves e dependendo das restrições impostas às chaves tem-se três tipos de relações: um-para-um, um-para-muitos e muitos-para-muitos (DATE, 2003; HEUSER, 2004). Com isto, implementamos no banco de dados do ENGE0 duas importantes características de SGBDs relacionais: integridades de dados e consistência. No Anexo B tem-se o *script* que implementa o banco de dados modelado para a aplicação ENGE0, de acordo com a abordagem relacional.

### 5.3 Mecanismo de Oferta de *Streaming* de Mídia

Dentre os tipos de conteúdo que o ENGEIO oferece estão arquivos audiovisuais. Estes arquivos são de tamanhos razoavelmente grandes para serem transferidos do ENGEIO para o computador do usuário, sendo que alguns arquivos ultrapassam 50Mb. A solução adotada tem duas características particularmente importantes para o ENGEIO: a capacidade de transferir grande quantidade de informação através de fluxo de dados (*streaming*) e a garantia de que o usuário não se apropriará do arquivo de vídeo, garantindo os direitos de propriedade sobre os conteúdos disponibilizados.

O sistema de *streaming* de mídia está integrado ao ENGEIO para provê-lo da capacidade de ofertar conteúdo em áudio e vídeo para acesso sob demanda. O ponto inicial é a solicitação feita pelo cliente requerendo uma página do ENGEIO. Neste exemplo, a página solicitada foi a que contém a lista de vídeos armazenados no ROE. A representação do processo de comunicação pode ser visualizado na Figura 40.



Figura 40: Representação esquemática do processo de comunicação.

O processo inicia com a solicitação da página do repositório<sup>41</sup> que oferece a lista de vídeos disponíveis para acesso por *streaming*. Esta solicitação é enviada ao servidor de aplicações onde o ENGEIO está hospedado. Ao receber a solicitação, o *container* Tomcat verifica a existência do *servlet* correspondente à página solicitada<sup>42</sup>.

<sup>41</sup> Mais detalhes sobre o Repositório de Objetos Educacionais do ENGEIO podem ser vistos no itens 4, 5.2 e 6.1.

<sup>42</sup> A descrição detalhada desta etapa pode ser vista nos itens 5.1.1 e 5.1.2.

Uma vez verificada a existência do *servlet* este é executado buscando as referências cadastradas no banco de dados correspondente aos vídeos do repositório. Com o retorno das informações do banco de dados, o *container* Tomcat formata a página em formato HTML e envia ao cliente. Neste momento o cliente terá em sua tela uma lista com os vídeos disponíveis no ENGEIO. Quando o usuário clica em um link que contém o URL para o arquivo do vídeo, uma solicitação é enviada ao servidor de mídias que busca no repositório o vídeo relativo ao URL escolhido e começa enviá-lo por *streaming* ao cliente (Figura 40).

Estes vídeos estão armazenados em um estrutura de diretórios destinadas ao Repositório de Objetos Educacionais (Figura 48-c), diretório onde os vídeos estão armazenados é chamado **ponto de montagem** (*mount point*). A configuração do Helix Server<sup>43</sup> define o diretório **/usr/local/Real/HelixServer/content**<sup>44</sup> como o ponto de montagem padrão (REALNETWORKS, 2005) para armazenamento de conteúdo a ser disponibilizado por streaming.

Porém, para o ENGEIO, foi criado um ponto de montagem que está localizado junto aos outros recursos da aplicação, em especial, em um subdiretório que armazena também outros OE, além dos vídeos, sendo que este ponto de montagem está apontando para **/srv/tomcat/webapps/patologias/repositorio/docs/videos/**. Nesta pasta são armazenados todos os vídeos que são disponibilizados pelo servidor de mídias do ENGEIO. Este apontamento está associado a uma **máscara** (*alias*) que é usada como se fosse uma pasta que faz parte do caminho de acesso ao arquivo. A máscara associada à este ponto de montagem é **/geotecnia/**. Maiores detalhes podem ser vistos na Figura 41 e na Tabela 2.

Estas informações são transparentes aos usuários, pois o URL para acessar os vídeos é programado em um formato que é definido pela tecnologia adotada pelo servidor de mídias, no caso, como já dito, o Helix Server. O formato do URL é visto na Figura 41.



Figura 41: Formato do URL para acesso aos vídeos através do servidor de mídias.

<sup>43</sup> Helix Server é o software servidor de mídia que se adotou para o ENGEIO.

<sup>44</sup> Este caminho é relativo ao sistema operacional onde o ENGEIO está instalado. No caso este caminho refere-se a um Linux Conectiva 10.

Tabela 2 - Componentes do URL usado para *streaming* de mídia.

protocolo	É o protocolo de comunicação usado para iniciar o <i>streaming</i> . Pode assumir os valores rtsp://, mms://, pnm:// ou http://
endereço	Endereço onde o servidor de mídia está instalado. Pode ser usado o IP
porta	Porta pela qual o servidor de mídia <b>escuta</b> solicitações de um determinado protocolo.
ponto de montagem	Um ou mais ponto de montagem que definem o comportamento de características do servidor de mídia
caminho	Um caminho relativo em relação ao ponto de montagem
arquivo	O nome do arquivo incluindo sua extensão

fonte: (REALNETWORKS, 2005)

Baseado nas características acima (Figura 41 e na

Tabela 2), os URLs para os vídeos do ROE ficaram com o seguinte formato: [http://iate.ufrgs.br:8080/ramgen/geotecnia/\\*.rm](http://iate.ufrgs.br:8080/ramgen/geotecnia/*.rm), onde \*.rm representa o nome de qualquer um dos vídeos do repositório incluindo a extensão rm.

Este URL faz parte do conjunto de informações que descrevem os vídeos armazenados no repositório do ENGEO e está associado ao atributo *acesso\_eletronico* da tabela *rep\_videos* do banco de dados da aplicação e é repassado como resposta à consulta da lista de vídeos disponíveis, assumindo o valor do atributo *HREF*<sup>45</sup> na página HTML que é enviada ao usuário.

Nota-se que no exemplo de URL, dado anteriormente, existem dois pontos de montagem: *ramgen* e *geotecnia*. O ponto de montagem *ramgen* não corresponde a um caminho físico na estrutura de diretórios do computador onde o servidor de mídia está instalado. Este ponto de montagem é um instrumento usado pelo Helix Server para fazer uma ponte entre o navegador e o *player*<sup>46</sup>, pois o protocolo RTSP que é usado para comunicação entre o *player* e o servidor de mídia não é **compreendido** pelos navegadores. Os navegadores Web não estão atualmente habilitados a enviar solicitações por este protocolo. Sendo assim, quando o usuário

<sup>45</sup> *HREF* é um atributo da tag `<a></a>` que defini links nas páginas HTML. A sintaxe para o caso em questão seria `<a href="http://iate.ufrgs.br:8080/ramgen/geotecnia/*.rm">texto que aparece para o usuário</a>`. Sendo o valor de *HREF* é dinamicamente preenchido pelo ENGEO.

<sup>46</sup> *Player* é o software cliente que permite ao usuário assistir a audiovisuais em determinados formatos. No caso do ENGEO adotou-se o sistema RealMedia cujo *player* é o Real Player One que é distribuído gratuitamente.

clica neste URL, uma solicitação contendo o ponto de montagem *ramgen* é enviada ao Helix Server (Figura 43- etapa 1) pelo protocolo HTTP que responde pelo mesmo protocolo contendo informações que possibilitam ao navegador **disparar** automaticamente o *player* (Figura 43- etapa 2). A partir daí, *player* e servidor mantém comunicação por RTSP. O ENGEIO está configurado para usar a porta 8088 do protocolo HTTP para iniciar a comunicação do processo de *streaming* (REALNETWORKS, 2002, 2004 e 2005).

No caso do ENGEIO é oferecida ao usuário a possibilidade de assistir o vídeo através de uma janela incorporada ao navegador ou através de uma janela do próprio *player*. A primeira tem a vantagem de estar integrada a uma página da aplicação ENGEIO. A outra possibilita que o usuário continue a navegar enquanto assiste ao vídeo.

A janela do *player* integrada à janela do navegador é obtida através do uso de um recurso chamado **controle ActiveX**. Ele funciona como um *plug-in*<sup>47</sup> que carrega para a página as funcionalidades de outros softwares ou outras tecnologias. Neste caso, o **controle ActiveX** permite que se defina uma área na página da aplicação para visualização de *streaming* de mídia no formato RealMedia. A interface integrada conta também com os recursos de controle dos vídeos, como reproduzir, parar e avançar.

---

<sup>47</sup> Plug-in é um módulo que adiciona características específicas em hardwares ou softwares.

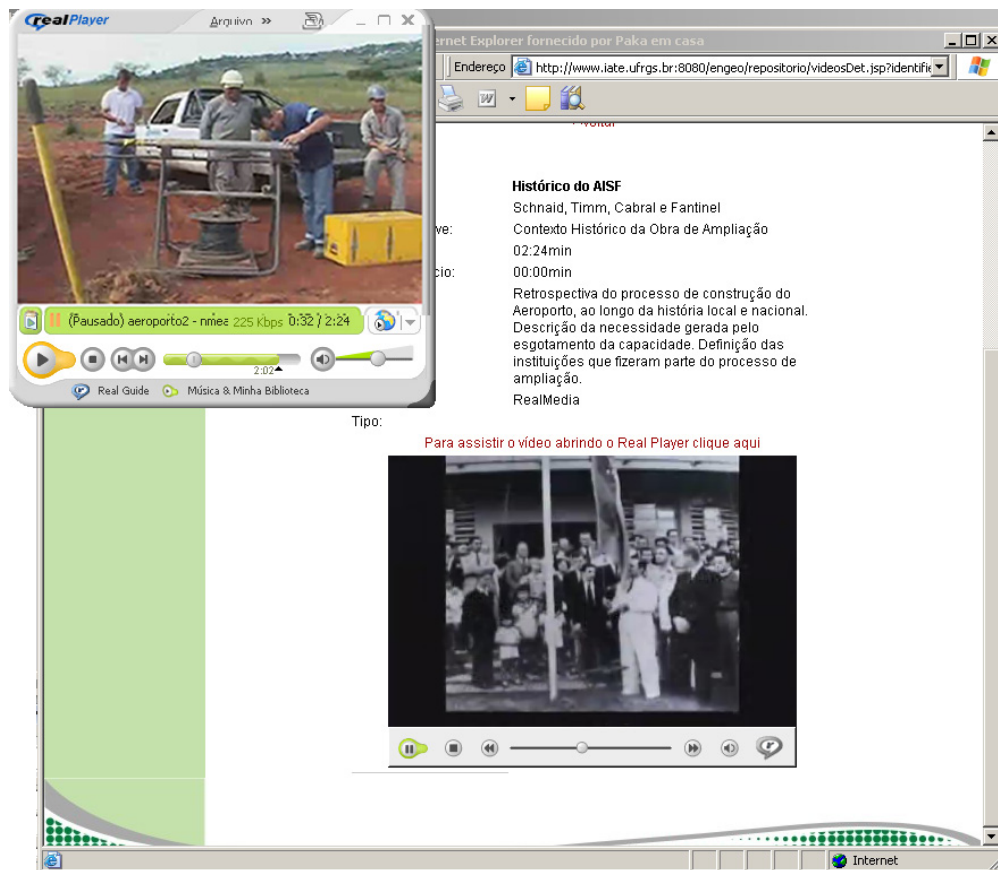


Figura 42: Imagem mostrando as duas possibilidades de visualização do *streaming* de mídia.

As duas possibilidades de visualização dos vídeos são mostradas na Figura 42, onde na janela integrada à página o usuário assiste um vídeo sobre o histórico do Aeroporto Internacional Salgado Filho, e na janela do *player* está sendo visualizado um vídeo sobre ensaio pressiométrico.

Os exemplos dados ressaltam as vantagens do uso de um sistema de *streaming* em relação ao download tradicional, além da questão da segurança devido ao impedimento do usuário obter cópia do arquivo de vídeo e da possibilidade de começar a assistir os vídeos tão logo a conexão com servidor seja realizada, que segundo Thornhill (2002), oferece a possibilidade de avanço e retrocesso no fluxo do vídeo, no caso de arquivos disponibilizados sob demanda, e o ajuste automático da taxa de transferência do vídeo para as melhores condições de tráfego do usuário.

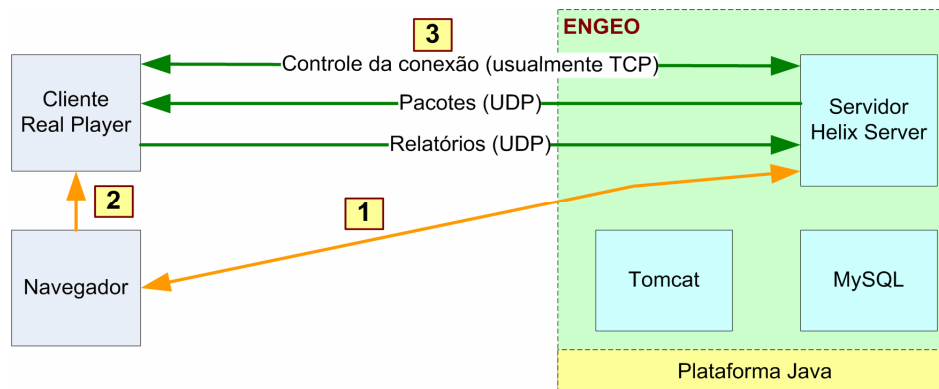


Figura 43: Esquema mostrando o controle de tráfego proporcionado pelo protocolo RTSP.

Isto se deve ao controle que o protocolo RSTP realiza em tempo real sobre a conexão entre o servidor e o cliente. A Figura 43 mostra, na etapa 3, o processo de comunicação entre servidor e cliente. Neste processo o player comunica-se a todo o instante com o servidor para obter informações sobre o progresso do clipe de vídeo, e negocia com o servidor qual a quantidade de dados que ele precisa para manter a reprodução sincronizada. O servidor pode então ajustar o fluxo de dados compensando as mudanças nas condições da rede. (REALNETWORKS, 2000, 2004 e 2005)

#### 5.4 Outras Técnicas de Programação Empregadas na Aplicação ENGEO – JavaScript

Durante o desenvolvimento do projeto surgiu a necessidade de se garantir a integridade do conteúdo dos livros que seriam disponibilizados em formato eletrônico para os usuários do ENGEO. A primeira providencia foi desenvolver um sistema de entrada por senha para o acesso, mostrado como exemplo no item 5.1.3. Porém, como as versões digitais dos livros foram programadas em HTML, ainda que o acesso estivesse protegido por senha, qualquer usuário cadastrado que entrasse na área protegida e acessasse os livros poderia copiar ou salvar o conteúdo dos mesmos para uso indiscriminado.

A solução encontrada foi desenvolver um *script* que ocultasse a barra de menus e botões do navegador, bem como as funcionalidades do sistema operacional como **selecionar**, **copiar** e **colar**. Os livros abrem em janela *pop-up* com todas as funcionalidades do navegador desabilitadas. As janelas mostrando a abertura de cada livro sobre a janela da aplicação

ENGE0, podem ser vista na Figura 44 e os trechos de código-fonte que implementam os recursos descritos acima são mostrados nas Figura 45 e Figura 46.

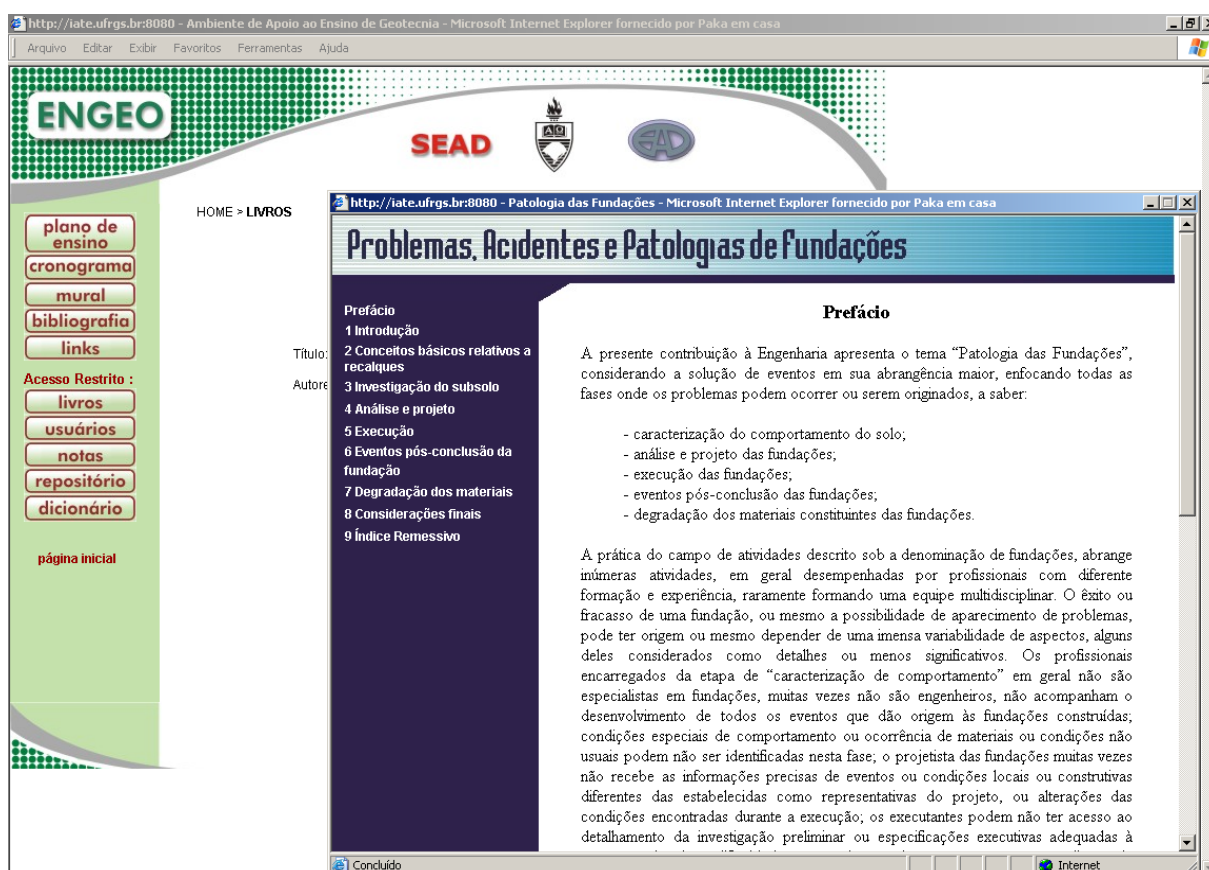


Figura 44: Janela *pop-up* com página do livro Patologia das Fundações, com todas as funcionalidades do navegador desabilitadas.

No caso das janelas *pop-ups*, tem-se uma função (linhas 72 a 74 da Figura 45) que recebe argumentos e os usa como parâmetro para abertura da janela do navegador. Os argumentos são passados para a função através do clique do mouse no link que aponta para a página de abertura do livro. Pode-se observar nas linhas 204 e 205 da Figura 45 o evento *onClick* (ao clicar) associado aos links que apontam para as páginas de abertura dos livros.

Ao clicar no link, o usuário estará repassando para a função *MM\_openBrWindow*, que carrega na memória o caminho relativo a página que tem que ser carregada, o nome que será atribuído à janela que irá abrir, se a janela terá barra de rolagens (no caso, sim), a largura e a altura (ambos em pixels) da nova janela. Como não são carregadas as barras de botões e menu superior, o usuário fica impedido de acessar as funções de edição, dentre elas, **copiar**, **recortar**, **selecionar** e **colar**.



```

72 function MM_openBrWindow(theURL,winName,features) { //v2.0
73     window.open(theURL,winName,features);
74 }
75 
```

desabilitado, impedindo o acesso às funções **copiar**, **recortar** e **colar**. A função *right(e)* é vista na Figura 46 entre as linhas 5 e 19.

A outra função, *keypressed()*, desabilita as teclas do computador. Qualquer que seja a tecla pressionada o usuário recebe uma mensagem comunicando que as teclas estão desabilitadas. Desta forma fica impedido uso das teclas de atalho *Ctrl+A*, *Ctrl+C* e *Ctrl+V*, respectivamente **selecionar**, **copiar** e **colar**. Para esta função o tratamento foi igual para os dois navegadores.

Cabe ressaltar que quase a totalidade de aplicações baseadas na Web usam JavaScript ou suas variantes (ROCHA, 2005). No ENGEIO, algumas características de navegação e *design* são implementadas com esta tecnologia, como por exemplo, a troca de cor dos botões do menu principal (à esquerda da janela do navegador) ou os menus *pop-ups* usados em algumas partes da aplicação Web.

```

1 <%@ page contentType="text/html; charset=iso-8859-1" language="java" import="java.sql.*"
  errorPage="" %>
2
3 <script language="JavaScript">
4 <!--
5 function right(e) {
6 if (navigator.appName == 'Netscape' && (e.which == 3 || e.which == 2)){
7 alert("Botão direito do mouse desabilitado...");
8 return false;
9 }
10 else if (navigator.appName == 'Microsoft Internet Explorer' &&
11 (event.button == 2 || event.button == 3)) {
12 alert("Botão direito do mouse desabilitado...");
13 return false;
14 }
15 return true;
16 }
17 document.onmousedown=right;
18 if (document.layers) window.captureEvents(Event.MOUSEDOWN);
19 window.onmousedown=right;
20 <!--
21 function keypresed() {
22 alert('Teclas desabilitadas...');
23 }
24 document.onkeydown=keypresed;
25 // -->
26 </script>
27 <html>

```

Figura 46: Código JavaScript que impede cópia de conteúdo das páginas dos livros do ENGE0. O script é visto entre as linhas 3 e 26.

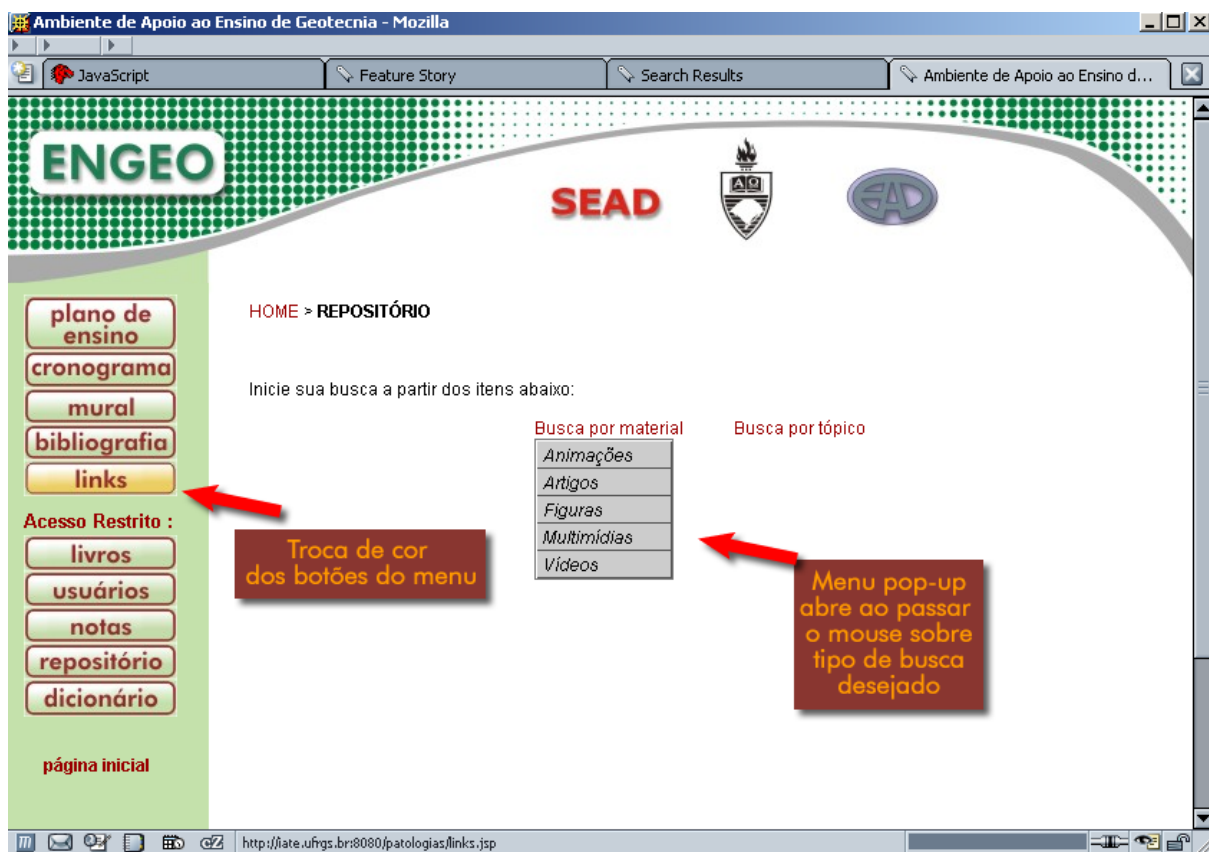


Figura 47: Outras funcionalidades do ENGEEO implementadas com JavaScript.

## 5.5 Implementação da Aplicação Web ENGEEO

Como descrito nos itens anteriores, o ENGEEO é uma aplicação Web composta de uma arquitetura de hardwares e softwares que dão suporte ao seu funcionamento e às funcionalidades nele implementadas. Este Capítulo abordará uma descrição do ENGEEO enfocando os detalhes de implementação da aplicação.

O primeiro passo a ser executado consiste em definir a versão da plataforma Java que servirá de base à implementação dos recursos relativos às partes do aplicativo desenvolvidas em Java e para os serviços do *container* Web. Para o ENGEEO definiu-se a plataforma J2SE versão 1.5 e, como já mencionado ao longo do texto, esta é responsável por fornecer os componentes necessários às compilações dos *servlets* e pelo ambiente de execução da aplicação ENGEEO.

A J2SE implementa a API JDBC, os mecanismos de compilação dos códigos-fonte e o ambiente de execução JRE. Ao finalizar a instalação, duas variáveis de ambiente são criadas no sistema operacional: *JAVA\_HOME* e *CLASSPATH*. Estas variáveis disponibilizam para

outros componentes do ENGEIO, respectivamente, o caminho onde está fisicamente instalado o J2SE<sup>49</sup> e o caminho onde o J2SE busca as APIs necessárias para compilar as classes. O CLASSPATH pode conter apontamento para vários endereços simultaneamente, por exemplo, para as APIs padrão do J2SE ou para APIs de terceiros, que estão armazenadas em locais diferentes.

Após finalizar a implementação do J2SE, parte-se para o componente que irá servir à aplicação ENGEIO pela Internet permitindo acesso livre, necessitando-se apenas de um navegador Web. Este, a propósito, é o único requisito para que o usuário tenha acesso à aplicação Web ENGEIO.

O software que permite o acesso distribuído via Internet é o *container* Web Jakarta Tomcat. Como já comentado nos itens 5.1.1 e 5.1.2, o *container* Tomcat versão 5, de agora em diante chamado apenas Tomcat, é uma implementação das especificações Servlet 2.4 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003) e JavaServer Pages 2.0 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b). Segundo Lozano (2004-a), “o Tomcat [...] é capaz de suportar o desenvolvimento e execução, em ambiente de produção, de aplicações Web criadas segundo os padrões da plataforma Java”.

Entende-se por aplicação Web uma hierarquia de diretórios e arquivos em uma estrutura padrão em um servidor de aplicações. O nível mais alto da aplicação Web é chamado **diretório raiz** da aplicação. É onde são colocadas as páginas JSP que compõe a interface com o usuário e ao diretório raiz existe associado o **caminho do Contexto**, sendo que Contexto é o local onde a aplicação Web fica armazenada no *container* Web.

Porém, algumas características devem ser compreendidas para que se obtenha sucesso na implementação do ENGEIO como um **Contexto** do Tomcat, sendo que Contexto é o nome dado a uma aplicação Web implementada no Tomcat. Neste trabalho usa-se a expressão **aplicação Web** como sinônimo de Contexto (APACHE JAKARTA PROJECT, 2005).

Em primeiro lugar, precisa-se compreender a estrutura do Tomcat. A instalação do Tomcat cria uma estrutura de diretórios no disco do servidor, a partir de um **diretório raiz** que no caso do ENGEIO é **/srv/tomcat/**, que será chamado *%path%* e será adicionado aos caminhos

---

<sup>49</sup> No servidor onde o ENGEIO foi implementado JAVA\_HOME tem valor igual a */usr/java/jdk1.5.0*, lembrando que o ENGEIO roda em plataforma Linux.

de referência a arquivos e diretórios durante este Capítulo. As funções de cada subdiretório estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3: estrutura de diretórios do Tomcat

/bin	Contém os scrips de gerenciamento do Tomcat
/common	Armazena classes utilizadas pelo Tomcat e que também são compartilhadas pelas aplicações Web
/conf	Contém os arquivos de configuração do Tomcat e das aplicações Web instaladas
/logs	Armazena arquivos de registro de acesso e erros
/server	Contém as classes dos mecanismos do Tomcat. É o <i>container</i> Web propriamente dito
/shared	Diretório que armazena classes que se queira compartilhar entre aplicações Web evitando duplicações
/temp	Armazena arquivos temporários de uso interno do Tomcat
/webapps	Este é o diretório padrão para instalação das aplicações Web. É o local onde estão os arquivos do ENGEO
/work	Armazena os servlets compilados a partir das páginas JSP das aplicações Web, inclusive os servlets gerados pela aplicação ENGEO

Quando se implementa uma aplicação Web no Tomcat, deve-se assegurar que ela estará de acordo com as especificações definidas pelo Projeto Jakarta Tomcat (APACHE JAKARTA PROJECT, 2005) e pelas especificações JSR 245 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2004-b) e JSR 154 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003).

O passo seguinte na implementação do ENGEO consiste em criar o diretório da aplicação ENGEO. O local padrão é o diretório **webapps** da instalação do Tomcat e é nele que ficam os arquivos das aplicações Web que são disponibilizados para acesso através de solicitações de navegadores Web. Pode-se observar as estruturas de diretórios a partir do diretório raiz do Tomcat (Figura 48-a) descritas na Tabela 3 e do diretório do ENGEO que corresponde ao diretório raiz da aplicação (Figura 48-b).

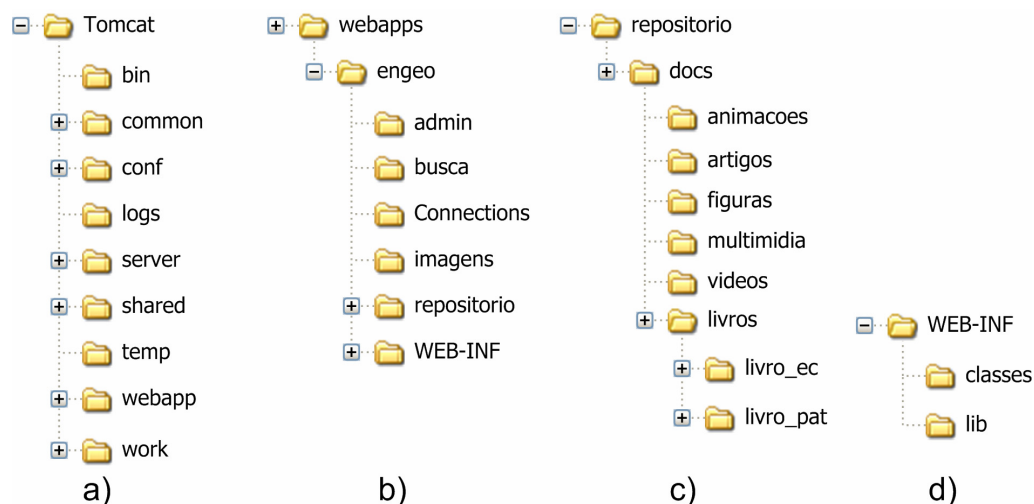


Figura 48: Estrutura de diretórios do Tomcat e da aplicação ENGEIO

As configurações de aplicações do Tomcat estão armazenadas em `%path%/tomcat/conf/Catalina/localhost/` e neste diretório encontrada-se o arquivo `engeo.xml`. O **descriptor de Contexto** possui elementos de configuração (Figura 49) que indicam ao Tomcat onde está implementada o ENGEIO (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003).

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<Context path="/engeo" docBase="/srv/tomcat/webapps/engeo" />
```

Figura 49: Trecho do código do arquivo `engeo.xml` com elementos de configuração do ENGEIO.

Outro diretório que contém configurações essenciais ao funcionamento do ENGEIO é a pasta **WEB-INF**. Não é possível acessá-la diretamente pelo navegador ou através de solicitações externas ao Tomcat. Esta pasta contém informações adicionais que podem ser acessadas somente por códigos de *servlets* que fazem parte da aplicação ENGEIO.

O conteúdo do diretório **WEB-INF** é dividido em um arquivo chamado `web.xml` e dois subdiretórios: **classes** e **lib** (Figura 48-d). O arquivo `web.xml` é chamado de *Deployment Descriptor* e tem a função de organizar e fornecer informações ao Tomcat a respeito do conteúdo da aplicação Web. Para o ENGEIO adotou-se uma configuração mínima do descriptor vista parcialmente na Figura 50. A especificação JSR 154 (JAVA COMMUNITY PROCESS, 2003) descreve 28 elementos descritores sendo cada um deles tem seus atributos próprios, a maioria de uso opcional. O ENGEIO implementou apenas quatro elementos e seus respectivos atributos.





contém o código-fonte (arquivos *.java*) do servlet correspondente a cada página JSP e as classes compiladas (arquivos *.class*) para os respectivos *servlets*. A Figura 52 mostra o mapa do *site* correspondente ao nível do diretório raiz do ENGEIO com as páginas JSP correspondentes a estes *servlets*.

O subdiretório **admin**, abaixo do diretório raiz do ENGEIO, contém os arquivos do sistema administrativo da aplicação. Nesta seção do ENGEIO implementaram-se um conjunto de páginas com a finalidade de facilitar a gestão das informações que compõem a aplicação. A ferramenta foi desenvolvida para possibilitar as tarefas de manipulação dos dados do SGBD de forma descomplicada. Somente usuários com privilégio administrativo podem acessar este módulo e nele é possível incluir, editar, excluir e consultar informações que são fornecidas dinamicamente para o ENGEIO. Este módulo manipula o banco de dados através de páginas JSP que se comunicam com o SGBD sem a necessidade de operar diretamente o banco de dados. Este sistema administrativo possibilita que se trabalhe remotamente na administração do ENGEIO. O funcionamento deste módulo será detalhado no próximo Capítulo.

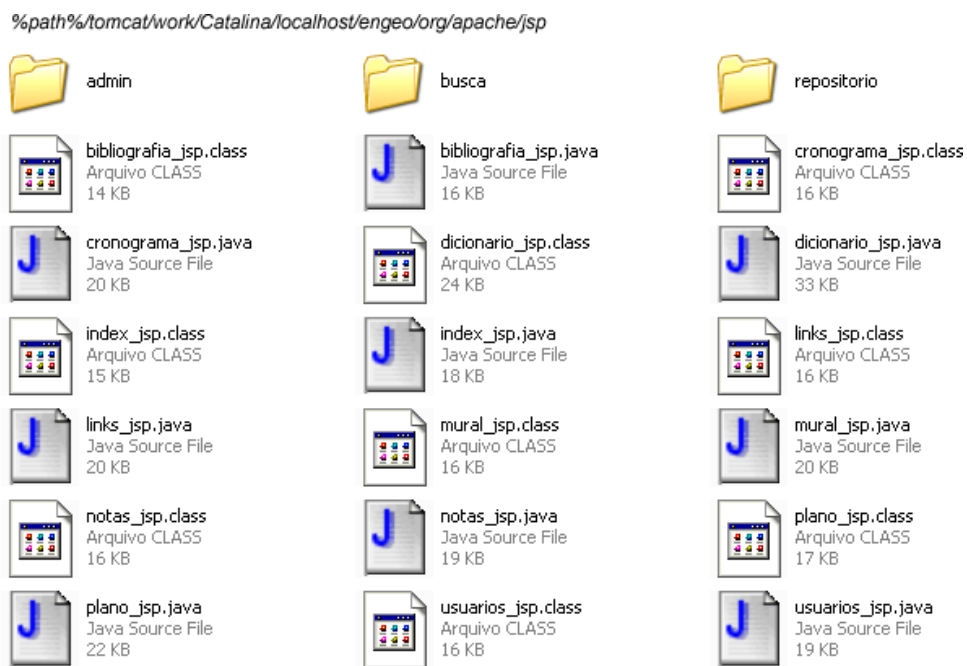


Figura 51: Servlets da aplicação ENGEIO

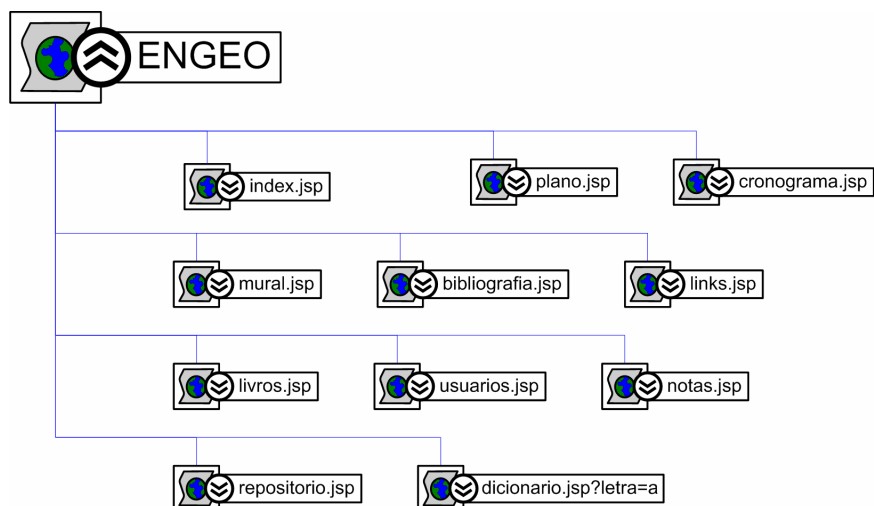


Figura 52: Mapa do *site* correspondente ao nível do diretório raiz.

Por fim, os últimos dois módulos são um sistema de busca e o Repositório de Objetos Educacionais (ROE). Os arquivos do sistema de busca encontram-se no diretório **busca** diretamente abaixo do diretório raiz e os detalhes serão esclarecidos no Capítulo de descrição do ENGEO. Por sua vez, o ROE conta com um diretório diretamente abaixo do diretório raiz chamado **repositorio** a partir do qual encontram-se outros subdiretórios que armazenam os recursos educacionais do ENGEO.

Na raiz do diretório **repositorio** encontram-se páginas JSP que realizam a comunicação entre as solicitações dos usuários e o ENGEO. Abaixo de **repositorio** temos os subdiretórios **animações**, **artigos**, **figuras**, **multimidia** e **livros**, sendo que este último possui outros dois subdiretórios chamados **livro\_ec** e **livro\_pat**. Esta estrutura pode ser visualizada na Figura 47, item c).

Cada um dos subdiretórios mencionados no parágrafo anterior foi planejado para armazenar um tipo de Objeto Educacional, como os próprios nomes indicam. E ainda, **livro\_ec** e **livro\_pat** contém as versões digitais completas, programadas em JSP, dos livros **Ensaio de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**, já publicado em mídia impressa pela editora Oficina de Textos em 2000 (SCHNAID, 2000), e o livro **Patologia de Fundações** de autoria dos profs. Nilo Cesar Consoli, Fernando Schnaid e Jarbas Milititsky, ainda não publicado. Optou-se por proteger o acesso aos livros através de senha por motivos que já foram parcialmente discutidos nos itens 5.1.3 e 5.4.

O banco de dados completa a arquitetura do ENGEO. Este componente dá suporte ao funcionamento dinâmico da aplicação e armazena os dados que são providos a ela. O SGBD

MySQL, adotado como solução de sistema de bancos de dados, foi configurado para permitir o acesso ao conteúdo armazenado em uma estrutura de dados especificamente modelada para atender o ENGEIO.

Como discutido no item 5.2, o MySQL é um SGBD relacional. Isto quer dizer que, as inúmeras tabelas do banco de dados do ENGEIO (Figura 37) contêm partes de informações inter-relacionadas. Desta forma, o ENGEIO pode combinar os registros destas tabelas para executar tarefas que exijam o uso de dados que estão distribuídos pela estrutura da base de informações.

O nome do banco de dados criado para o ENGEIO foi **banco\_geo**. Este banco de dados foi construído de acordo com o modelo conceitual apresentado na Figura 38 do item 5.2. Além da implementação física do banco de dados, foi necessária a criação de um usuário na lista de usuários do SGBD. Este usuário recebeu privilégio de acesso irrestrito às informações do **banco\_geo**, permitindo a execução de qualquer tarefa solicitada pelo ENGEIO. Este usuário, por exemplo, é o responsável por todas as operações do módulo administrativo do ENGEIO, bem como pelas consultas que são realizadas no ROE. Note que aqui usuário refere-se a um item de configuração do SGBD e não a um usuário que interage com o ENGEIO.

Sempre que uma conexão com o **banco\_geo** é solicitada pelo ENGEIO, um conjunto de informações contendo o nome do usuário e senha de acesso, o endereço do servidor, qual base de dados a ser conectada e o protocolo de comunicação, são enviados para o SGBD, acompanhando a tarefa que deve ser realizada, quais sejam, incluir, excluir, editar ou consultar registros. O conjunto de informações da conexão com o banco de dados pode ser visto na Figura 53, onde *USERNAME*, *PASSWORD* e o endereço do servidor foram propositalmente alterados por questão de segurança.

```
1 <%
2 // FileName="sun_jdbc_odbc_conn.htm"
3 // Type="JDBC" ""
4 // DesigntimeType="JDBC"
5 // HTTP="true"
6 // Catalog=""
7 // Schema=""
8 String MM_con_patologias_DRIVER = "org.gjt.mm.mysql.Driver";
9 String MM_con_patologias_USERNAME = "aaaaaaa";
10 String MM_con_patologias_PASSWORD = "*****";
11 String MM_con_patologias_STRING = "jdbc:mysql://localhost/banco_geo";
12 %>
```

Figura 53: Conjunto de configurações para conexão com banco de dados através da API Connector/J usadas pelos servlets.

Os temas abordados neste Capítulo serão explicitados a seguir, quando se descreverá o funcionamento do ENGEIO sob o ponto de vista do usuário.

## 6 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO WEB ENGEO

Este Capítulo mostra a área pública da aplicação ENGEO, que refere-se à área livre para acesso a qualquer usuário, bastando apenas conexão com a Internet e um navegador Web. Adicionalmente serão necessários softwares de visualização de documentos PDF, de vídeos no formato RealMedia e de animações no padrão Flash.

Todos estes padrões possuem visualizadores gratuitos e são de fácil instalação, sendo que as últimas versões de navegadores Web já vêm com o *plug-in* Flash incorporado. Caso contrário, pode-se baixá-lo do *site* da fabricante Macromedia. O mesmo acontece com o Real Player, necessário para visualização dos vídeos e dos visualizadores de PDF, sendo o Acrobat Reader o mais popular deles.

Duas seções do ENGEO são protegidas por senha, a seção *livros* (já descrito no item 4.6 e mencionado no item 5.4), e a seção de administração do ENGEO, que ainda está em desenvolvimento. A seguir será descrita a área pública da aplicação ENGEO.

### 6.1 Área Pública do ENGEO

A área pública do ENGEO pode ser acessada pelo endereço <http://iate.ufrgs.br:8080/engeo/> sendo a interface de entrada com o índice apresentada na Figura 54.

A interface do ENGEO foi estruturada para oferecer ao usuário acesso direto a dois grupos de conteúdo. Através de um índice de opções localizado na lateral esquerda da janela do navegador, o usuário pode acessar informações relativas à disciplina Fundações e acesso a ferramentas e conteúdos de apoio que cobrem o domínio de conhecimento desta área.



Figura 54: Tela inicial do sistema ENGEO

Neste índice o usuário tem acesso às informações da disciplina a partir do primeiro grupo de botões na parte superior, como plano de ensino, cronograma, mural de informações, bibliografia recomendada, *links* para *sites* Web referentes ao domínio. No segundo grupo de botões tem-se acesso à ferramentas e conteúdos para usuários do sistema, sendo eles, livros, lista de usuários e seus endereços de e-mail, notas atribuídas às atividades da disciplina para cada aluno, repositório de objetos educacionais, dicionário de termos técnicos de geotecnia e sistema de busca de conteúdo.

No primeiro botão o usuário acessa o plano de ensino, através do botão de mesmo nome, onde obtém-se o nome e o código da disciplina, o professor ou professores que ministram a disciplina, carga horária, números de créditos, pré-requisitos para matrícula na disciplina, súmula e objetivos. A tela que mostra estas informações pode ser visualizada na Figura 55. Esta seção, bem como outras seções da aplicação, possui uma ferramenta de manutenção que será detalhada no próximo item, quando for apresentada a área de administração do ENGEO.

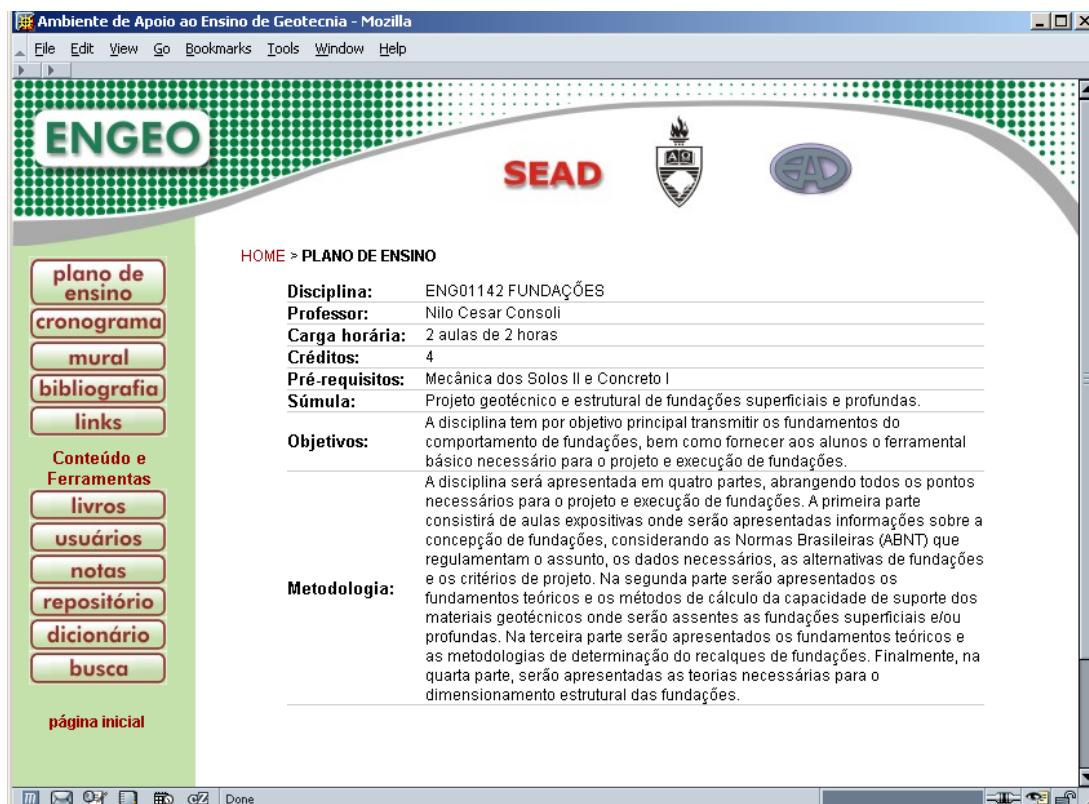


Figura 55: Tela do plano de ensino

No botão **cronograma** o usuário tem acesso à ordem de apresentação dos conteúdos e avaliações durante o semestre. A disciplina Fundações está dividida em quatro módulos num total de 30 aulas. O primeiro módulo aborda Concepção de Obras de Fundações e se distribue entre as aulas um e quatro. O módulo dois aborda Fundações Superficiais e Profundas - Capacidade de Suporte, e vai da aula cinco à aula vinte. O módulo três aborda Fundações Superficiais e Profundas - Recalques, e ocupa as aulas vinte e um e vinte e dois. E por fim o módulo quatro, que aborda Fundações Superficiais e Profundas - Dimensionamento Estrutural, compreendendo as aulas vinte e três a vinte e nove. A aula trinta é reservada ao exame. Na Figura 56 pode-se ver a tela do ENGEIO que mostra as informações do cronograma da disciplina.

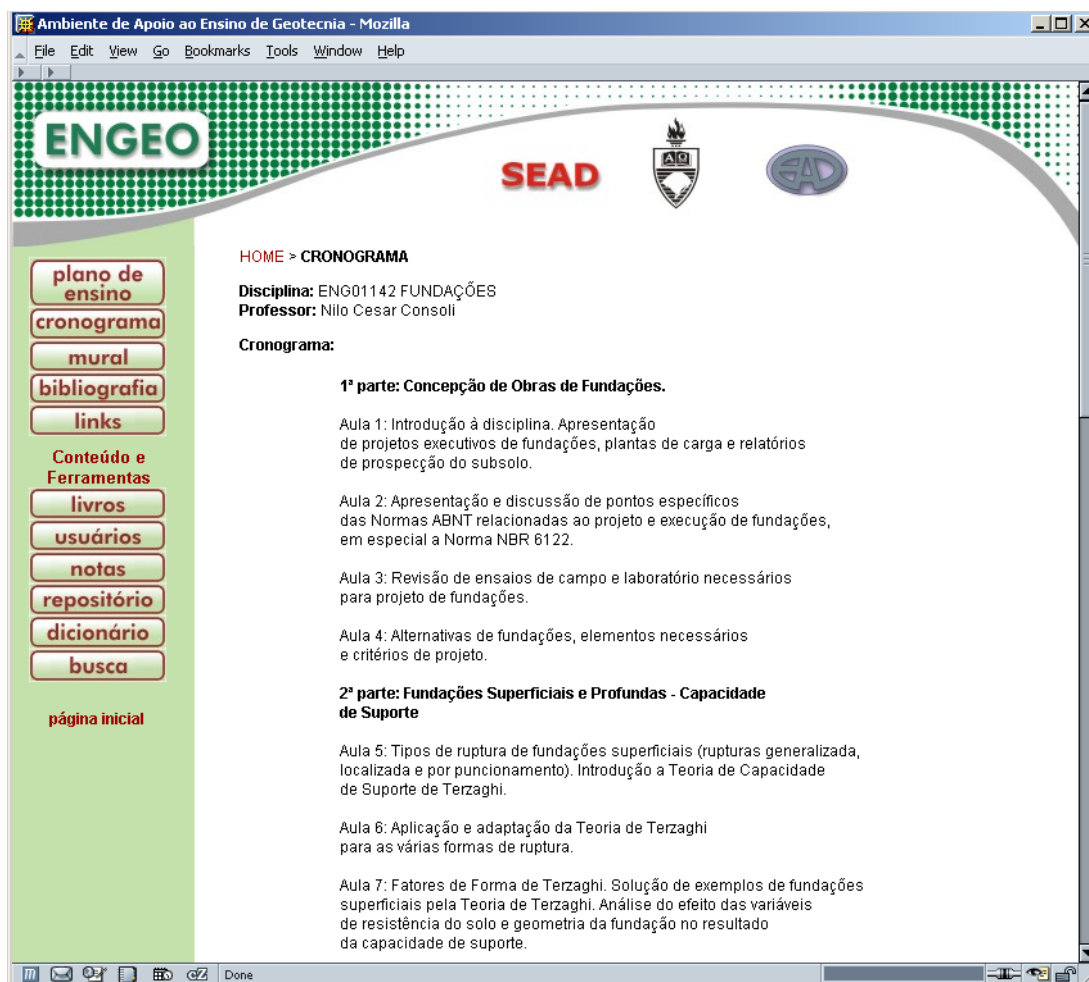


Figura 56: Tela que mostra as informações do cronograma da disciplina.

Acessando o mural, o usuário terá acesso a um quadro de avisos. Neste espaço, professores e alunos contam com um espaço de comunicação assíncrona<sup>50</sup> para compartilharem informações. No ENGEIO, esta ferramenta é unidirecional. Somente professores podem postar avisos, sendo que a ferramenta disponibiliza o título que caracteriza o aviso, o texto explicativo ou o aviso propriamente dito e a data em que foi incluído no banco de dados, que para o aluno aparece como data de postagem<sup>51</sup>. O mural de avisos pode ser visto na Figura 57.

<sup>50</sup> Assíncrona é um tipo de comunicação onde os usuários não necessitam estar simultaneamente usando a ferramenta para compartilhar informações. Cita-se como exemplo fóruns de discussão e murais de aviso. Na comunicação síncrona os usuários trocam informações em tempo real, como por exemplo em *chats* e *instant messengers*



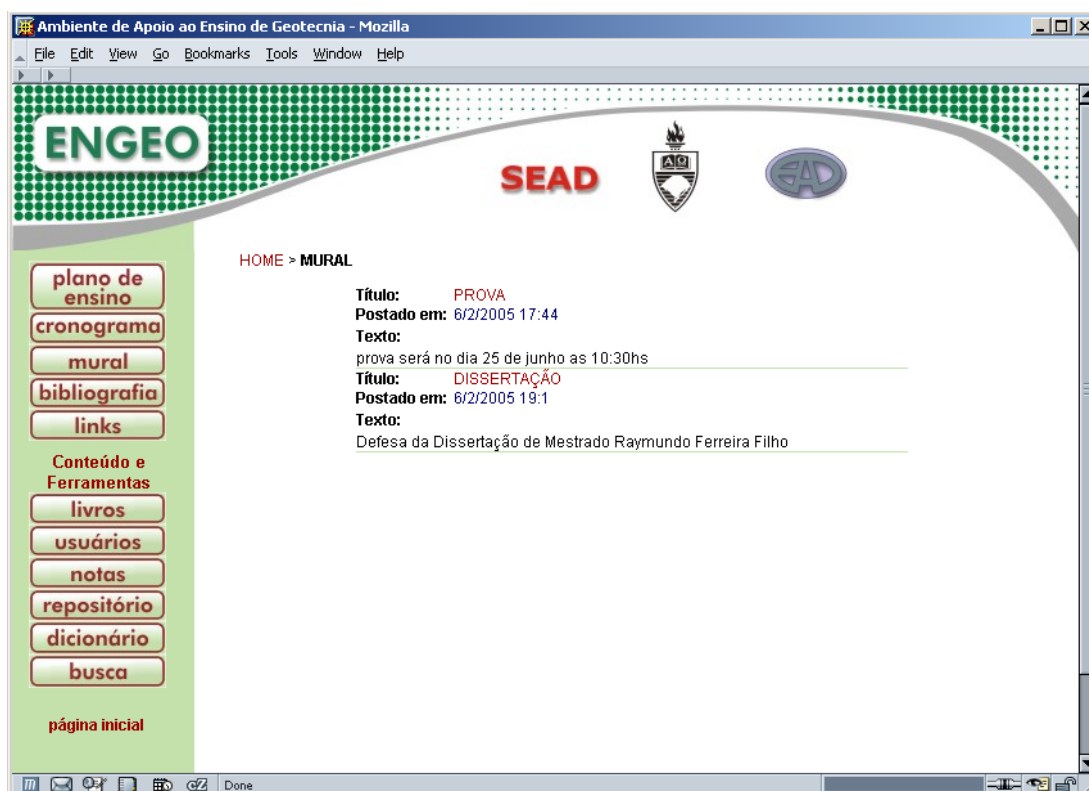


Figura 57: Tela mostrando mural de avisos do ENGEO.

Através do botão **bibliografia** o usuário tem acesso à bibliografia básica recomendada para a disciplina. Na Figura 58 é vista a tela contendo a bibliografia para a disciplina Fundações. E a última seção deste primeiro conjunto de informações oferece uma lista de links relacionados ao assunto da disciplina bem como para ferramentas úteis, como por exemplo, ferramentas de busca na Web.

Esta seção é acessada pelo botão links do menu lateral esquerdo e apresenta ao usuário uma lista de links que estão cadastrados no banco de dados do ENGEO. Este conjunto de informações mostra o título definido para o link, a URL do link, a descrição do conteúdo que será encontrado no link e a sua data de postagem<sup>51</sup>. Na área administrativa do ENGEO encontra-se a ferramenta para manutenção desta e de outras seções. Um detalhe de programação aplicado aqui é que ao clicar em um link da lista seu conteúdo é aberto em uma nova janela do navegador, mantendo a tela do ENGEO aberta é disponível para o usuário.

---

<sup>51</sup> Data de postagem, no caso do ENGEO, é a data e hora em que o registro foi incluído no banco de dados da aplicação.



Figura 58: Tela mostrando a bibliografia recomendada para a disciplina Fundações



Figura 59: Tela com visualização da lista de links oferecidos para a disciplina Fundações.

O segundo grupo de botões dá acesso a um conjunto de conteúdos e ferramentas de apoio ao usuário. Neste grupo se tem acesso a livros, usuários, notas, repositório, dicionário e busca.

No botão **livros** o usuário tem acesso ao conteúdo de dois livros em formato eletrônico. Somente usuários cadastrados no ENGEO podem visualizar o conteúdo dos livros. Ao clicar no botão, o usuário recebe uma tela com um formulário solicitando seu nome de usuário e sua senha cadastrados na aplicação (Figura 60). Uma vez que o usuário forneça corretamente as informações de *login* ele será enviado para a tela que contém os links de acesso para os dois livros que estão disponíveis, Patologias das Fundações e Ensaios de Campo (Figura 61). Caso contrário, ele receberá um aviso na tela informando sobre o erro de processamento do nome de usuário e senha (Figura 62).

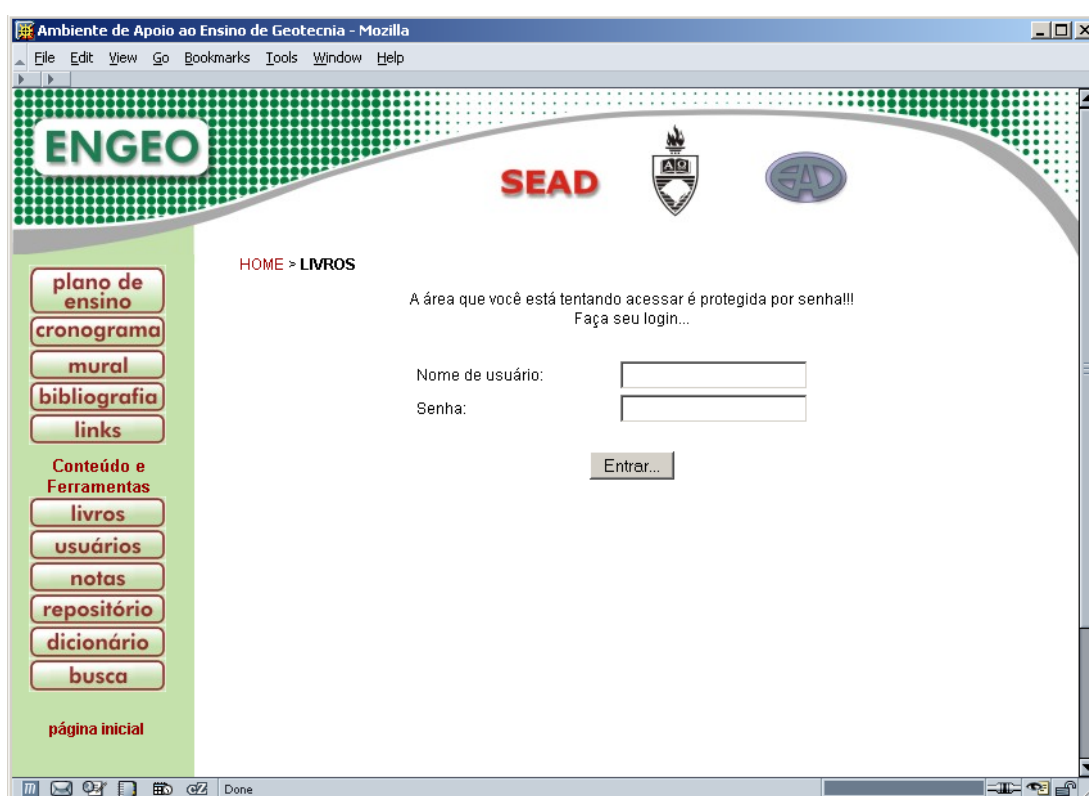


Figura 60: Tela de *login* para acesso aos livros.

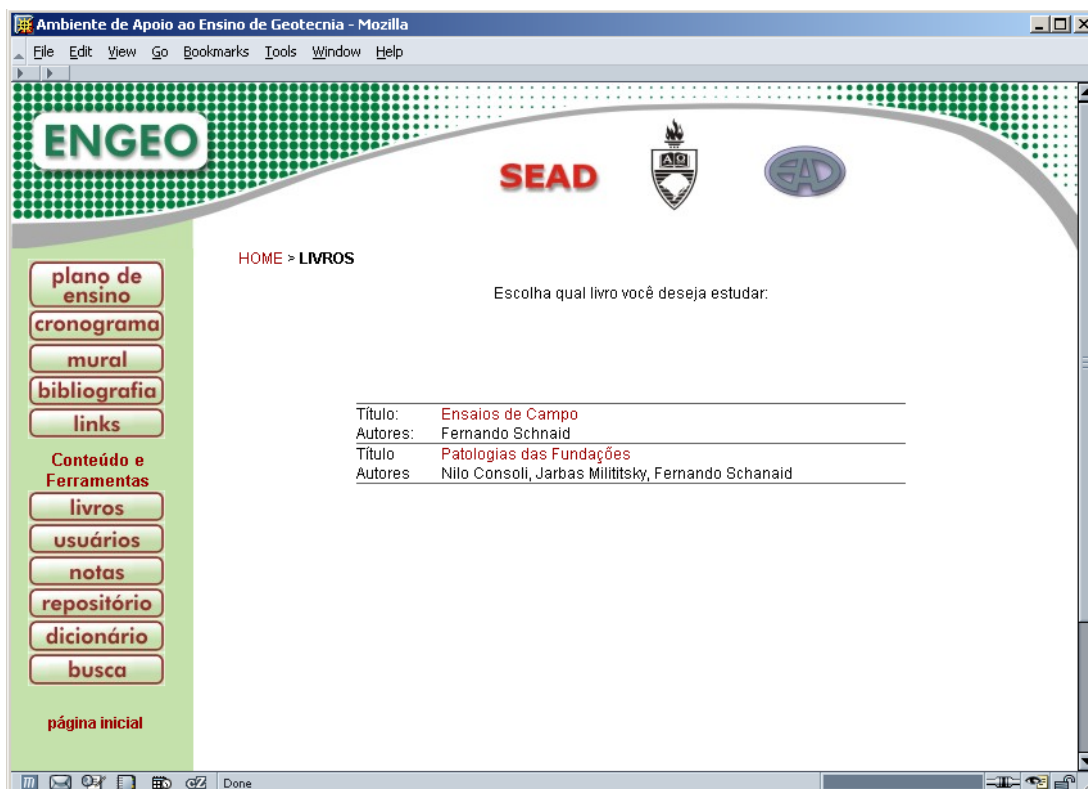


Figura 61: Tela mostrando os links de acesso aos livros depois do login realizado com sucesso.

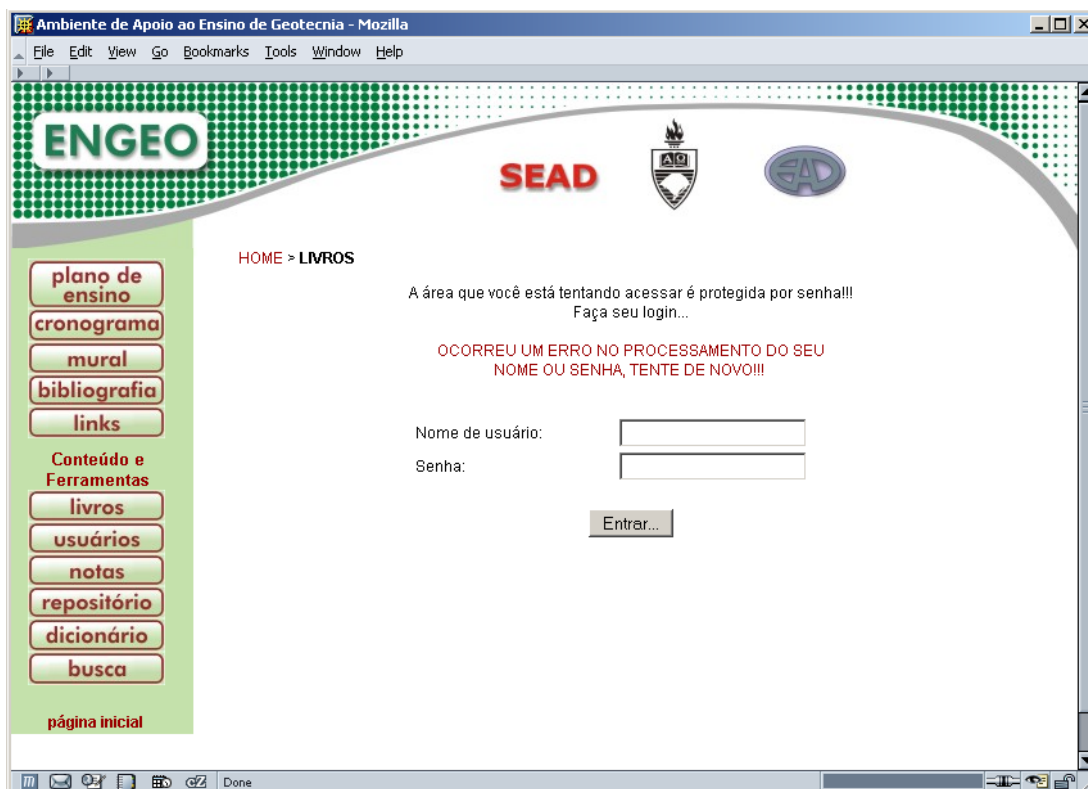


Figura 62: Mensagem de erro na tentativa de login.

Uma vez liberado o acesso aos livros, basta clicar no link correspondente para acessar o conteúdo do livro. Assim como na seção links, os livros abrem em janelas separadas da janela principal do ENGEIO, permitindo que o usuário continue buscando informações nos livros e em outras seções da aplicação. As características de navegação nas janelas do navegador em que os livros são abertos foram descritas no item 5.4.

No botão **usuários** obtém-se a lista dos usuários cadastrados no ENGEIO, fornecendo o nome completo e o respectivo e-mail de cada um. Sendo que para entrar em contato com qualquer um, basta clicar sobre o endereço de e-mail e o programa de correio eletrônico é automaticamente inicializado na tela de composição de e-mail com o endereço corretamente preenchido no campo **destinatário**. A tela mostrando um exemplo da seção usuários pode ser visualizada na Figura 63.

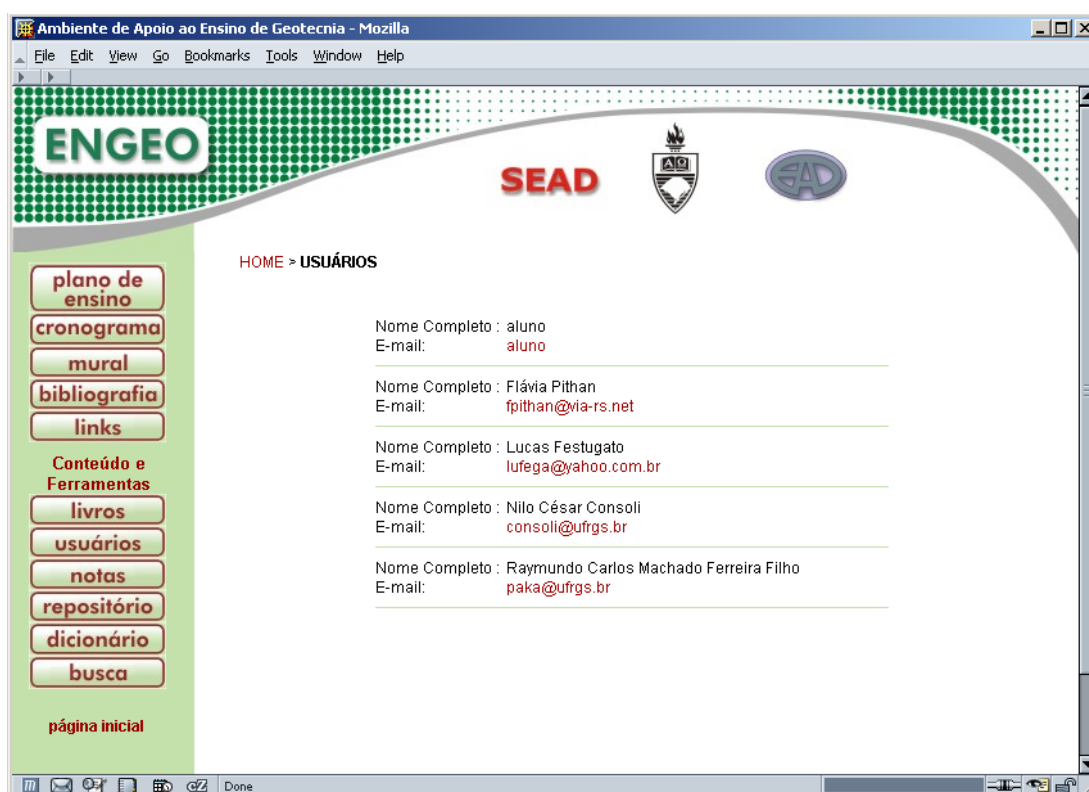


Figura 63: Tela mostrando a seção usuários.

Através do botão **notas**, o professor poderá disponibilizar as notas das avaliações aplicadas aos alunos. Esta seção fornece uma forma dinâmica de comunicação e armazenamento de informação, sendo que na área de administração do ENGEIO o professor encontrará

ferramentas para editar, incluir e excluir conteúdo desta seção. A Figura 64 mostra a área de visualização de notas que está à disposição dos alunos das disciplinas cadastradas no ENGEIO.

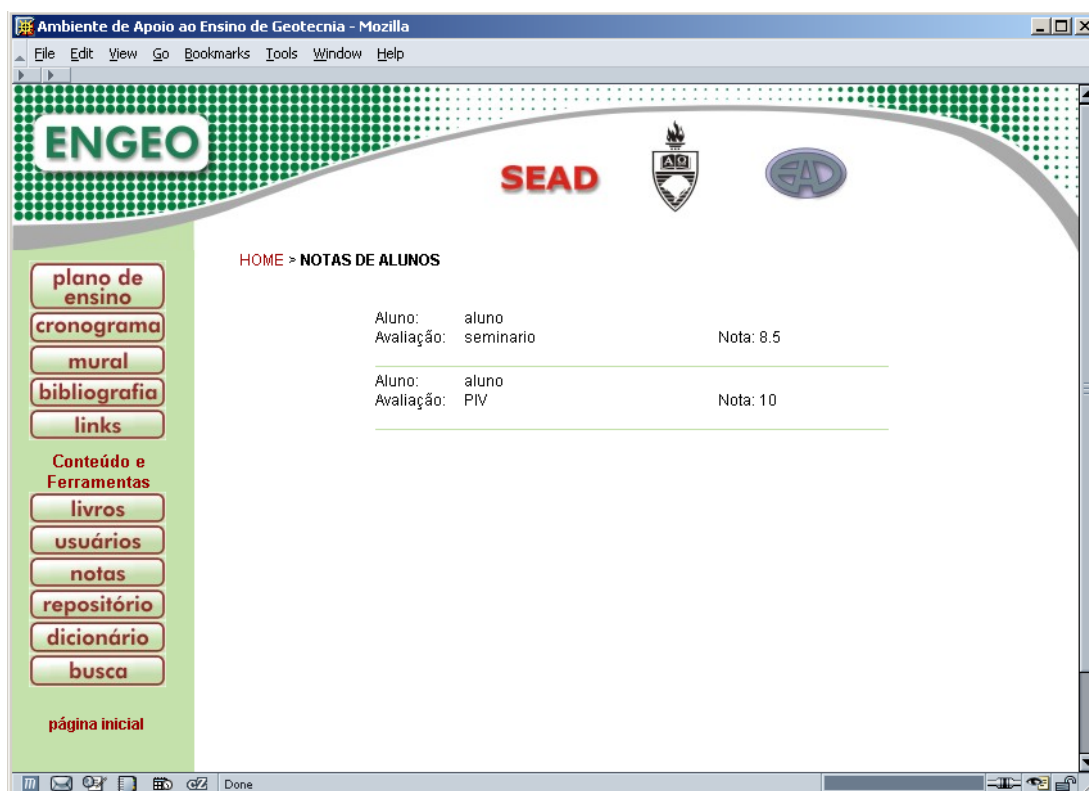


Figura 64: Tela que mostra a ferramenta de visualização de notas dos alunos

O próximo item que está implementado no ENGEIO é o Repositório de Objetos Educacionais (ROE). A partir do botão **repositório** o usuário tem acesso a dois menus que representam taxonomias de busca de objetos educacionais (OE) no repositório. Estes menus permitem buscar conteúdo por tipo de material ou por tópicos que são abordados no conteúdo do ENGEIO. A tela de entrada do repositório com o menu de busca por materiais é vista Figura 65, enquanto que a tela com o menu de busca por tópico é vista na Figura 66. Estas opções aparecem para o usuário no momento em que ele passa o *mouse* sobre as frases que aparecem na tela: **Busca por material** ou **Busca por tópico**.

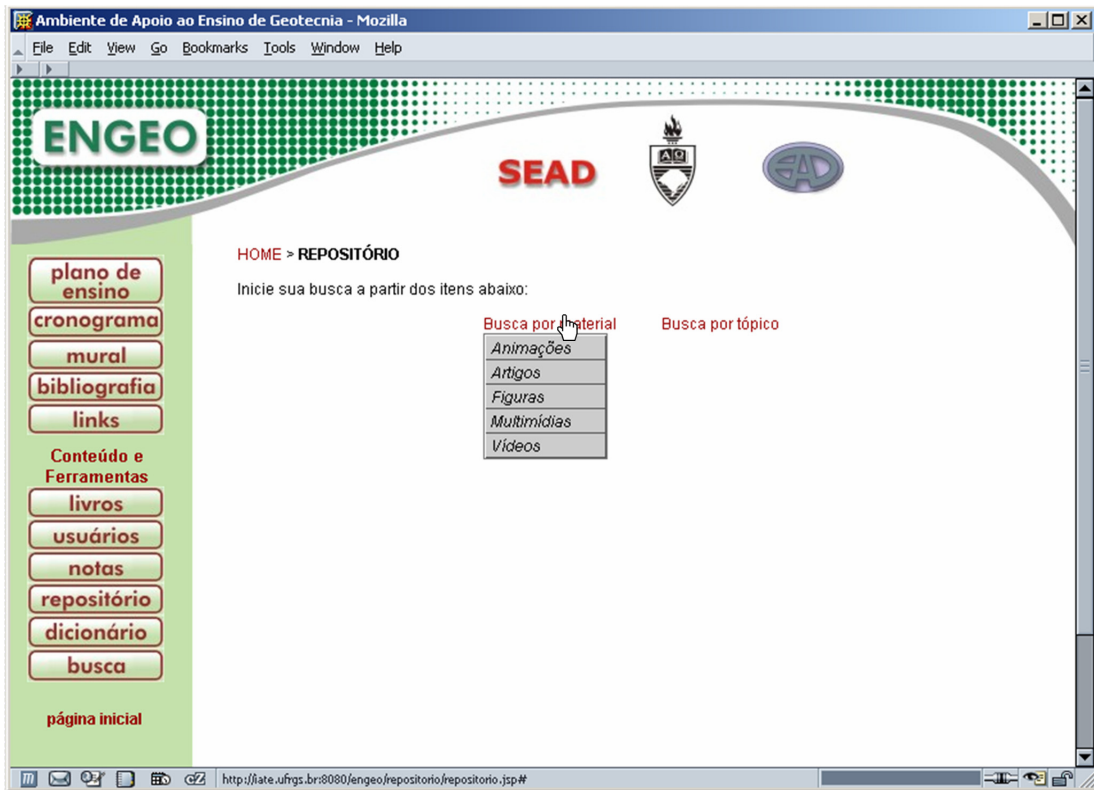


Figura 65: Tela mostrando as opções de busca por material no repositório.

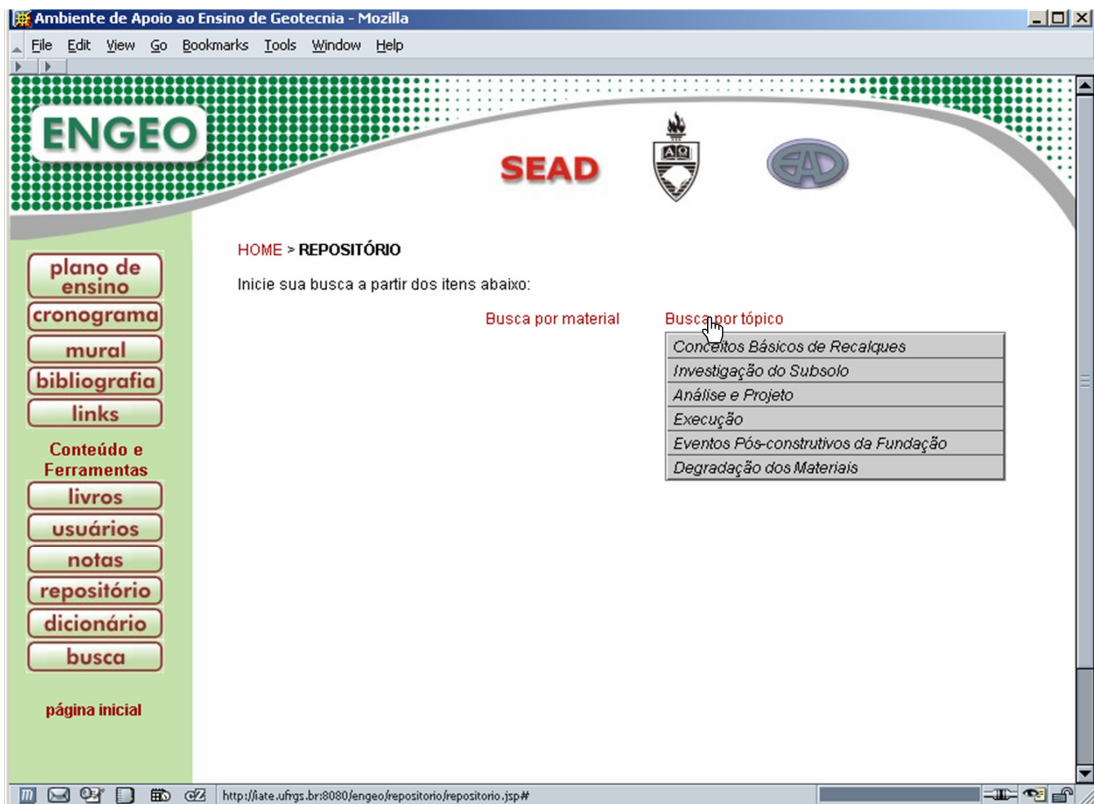


Figura 66: Tela mostrando as opções de busca por tópico no repositório.

Em **Busca por material** o usuário tem a opção de buscar OEs por tipo de conteúdo, sendo que as opções à disposição são animações, artigos, figuras, multimídias e vídeos. Clicando em **Animações** neste menu o usuário terá acesso a tela apresentada na Figura 67. Esta tela mostra as opções de busca por OEs do tipo animações. Neste momento o usuário pode restringir a busca selecionando um dos tópicos da busca que aparece à disposição do usuário no menu **assuntos** ou optar por buscar todos os OE do tipo animações que estão cadastrados no repositório.



Figura 67: Tela inicial da busca por animações.

Em ambos os casos o usuário receberá como resposta uma tela com a lista de OEs encontrados e uma descrição sucinta a respeito de cada item encontrado. Nesta tela, que lista os itens encontrados na busca, informa-se o título de identificação do item, os autores e um link para que o usuário possa obter maiores detalhes, bem como visualizar o OE. Estas informações podem ser vistas na Figura 68.

Ao clicar em **Mais detalhes...**, o usuário tem o restante do conjunto de informações além da animação propriamente dita. Os OEs do tipo animação foram desenvolvidos usando-se a tecnologia Flash e sua visualização requer o *plug-in* instalado no navegador. Um *script*



presente nesta página detecta automaticamente se o usuário possui, ou não, o *plug-in* instalado. Se a detecção for negativa o usuário é notificado, caso contrário a animação é carregada para a página. Um exemplo de animação pode ser visualizado na Figura 69.

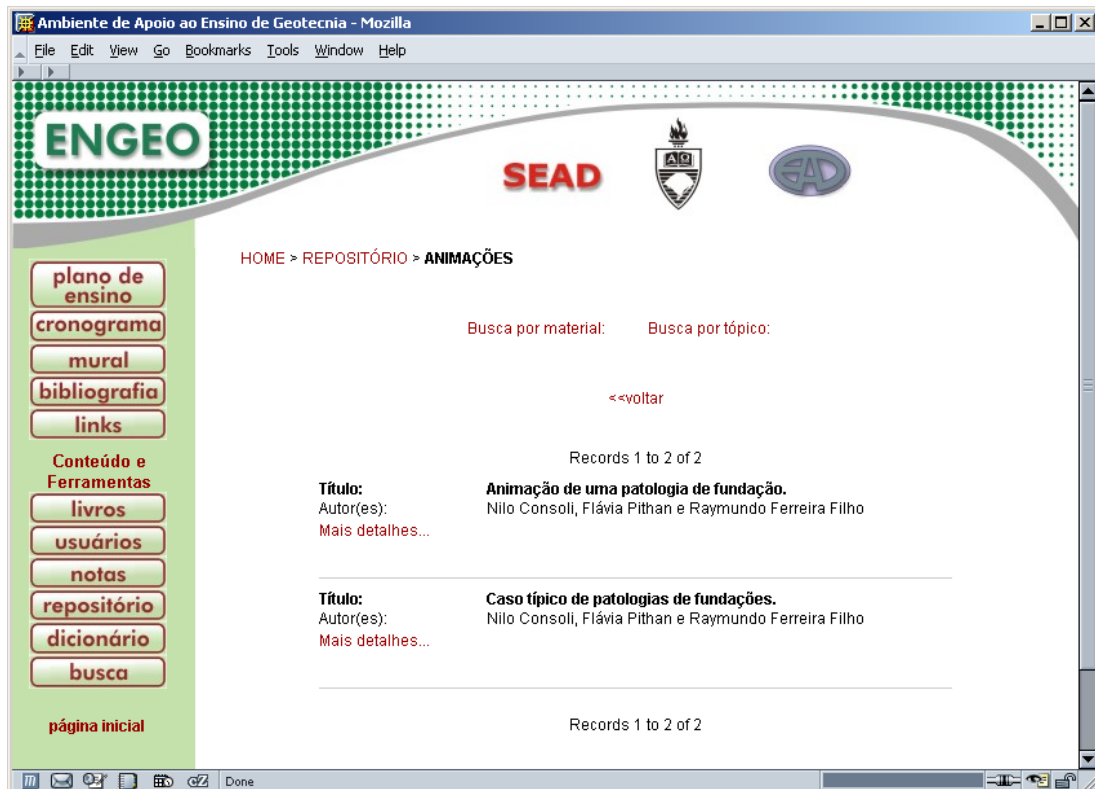


Figura 68: Lista contendo animações encontradas no repositório.

Ambiente de Apoio ao Ensino de Geotecnia - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

ENGEIO SEAD

HOME > REPOSITÓRIO > ANIMAÇÕES

Busca por material: Busca por tópicos:

<<Voltar

**Título:** Animação de uma patologia de fundação.  
**Criador:** Nilo Consoli, Flávia Pithan e Raymundo Ferreira Filho  
**Palavras chave:** patologia de fundações, estrangulamento do fuste, estacas moldadas.  
**Resumo:** Estrangulamento do fuste de estacas moldadas no local pela ação da água presente em cavidades deixadas por desmoraamentos, com uso de revestimentos.  
**Formato:** Thorburn, S. & Thourburn, J.Q. Review of Problems associated with construction of cast-in-place concrete piles - CIRIA. Report - London, UK, 1977. p. 46.  
**Referência:** Thorburn, S. & Thourburn, J.Q. Review of Problems associated with construction of cast-in-place concrete piles - CIRIA. Report - London, UK, 1977. p. 46.

aterro  
silte  
argila

Figura 69: Animação sobre estrangulamento de fuste pela ação da água.

Em busca por artigos, que é a segunda opção do menu **Busca por material...**, a primeira etapa é idêntica à descrita para animações. O usuário tem a opção de buscar todos os artigos independentes de sua relação com algum tópico ou restringir a busca por assunto, sendo que os tópicos disponíveis até o momento são conceitos básicos de recalque, investigação do subsolo, análise e projeto, execução, eventos pós-constructivos da fundação e degradação dos materiais.

Todo o OE cadastrado no repositório está associado a um destes tópicos, portanto, o usuário terá os mesmos tipos de restrições possíveis para qualquer busca por material realizada, seja

ela busca por animações, artigos, figuras, multimídias ou vídeos. Ou como já mencionado, poderá buscar por todos os OEs de um determinado tipo de material. Por exemplo, na busca por artigos o usuário terá os mesmos tipos de restrição de busca definidos no parágrafo anterior ou poderá buscar por todos os artigos cadastrados no ENGEO. Na Figura 70 pode-se ver a escolha da busca pelo tópico **Análise e Projeto** e na Figura 71 o resultado desta busca. Neste resultado são apresentados ao usuário o título e os autores do artigo, além dos links **Download** e **Mais detalhes**. Também é informada ao usuário a quantidade de itens encontrados para a busca efetuada bem como botões para navegar entre os itens encontrados, sendo mostrados um total de dez itens por vez.

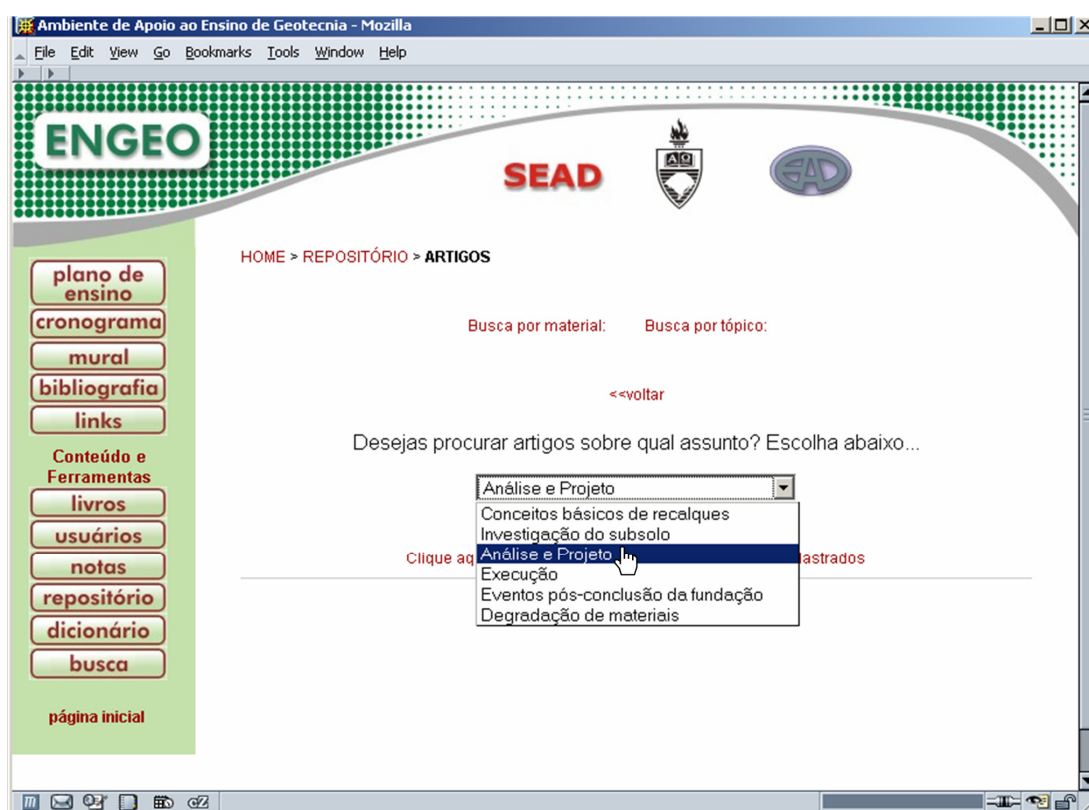


Figura 70: Escolha de busca por artigos filtrados pelo tópico Análise e Projeto.



Figura 71: Resultado da busca de artigos filtrados pelo tópico Análise e Projeto

Em **Download** o usuário tem a opção de baixar para seu computador o artigo em formato PDF ou visualizá-lo na própria janela do navegador. Se for dado um clique com o botão esquerdo do *mouse* o artigo é aberto na própria janela do navegador, como observado na Figura 72, e se for dado um clique com o botão direito do *mouse* aparecerá a opção **Salvar como...** (Figura 73) dando a possibilidade para que o arquivo seja armazenado no computador do usuário.

Caso o usuário queira obter mais informações do artigo antes de decidir abri-lo ou baixá-lo, poderá clicar em **Mais detalhes...** recebendo como resposta uma página com informações mais detalhadas sobre o artigo especificado (Figura 74). Nesta página estão à disposição para o usuário o título do artigo, o nome dos autores, palavras-chave, o resumo e o idioma em que o artigo está escrito.

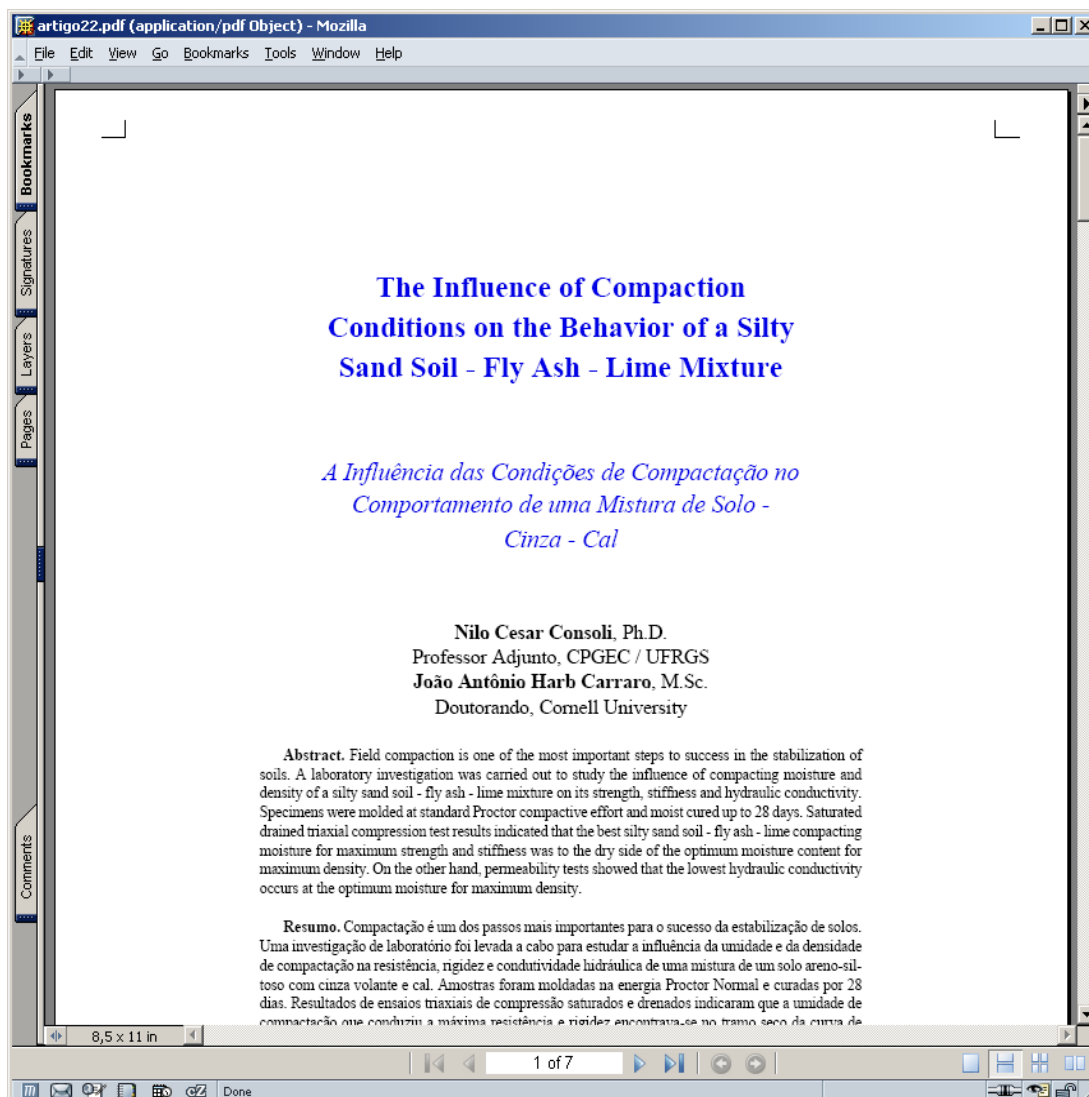


Figura 72: Visualização do artigo aberto na janela do navegador habilitado pelo clique com o botão esquerdo do *mouse* no link *Download*.

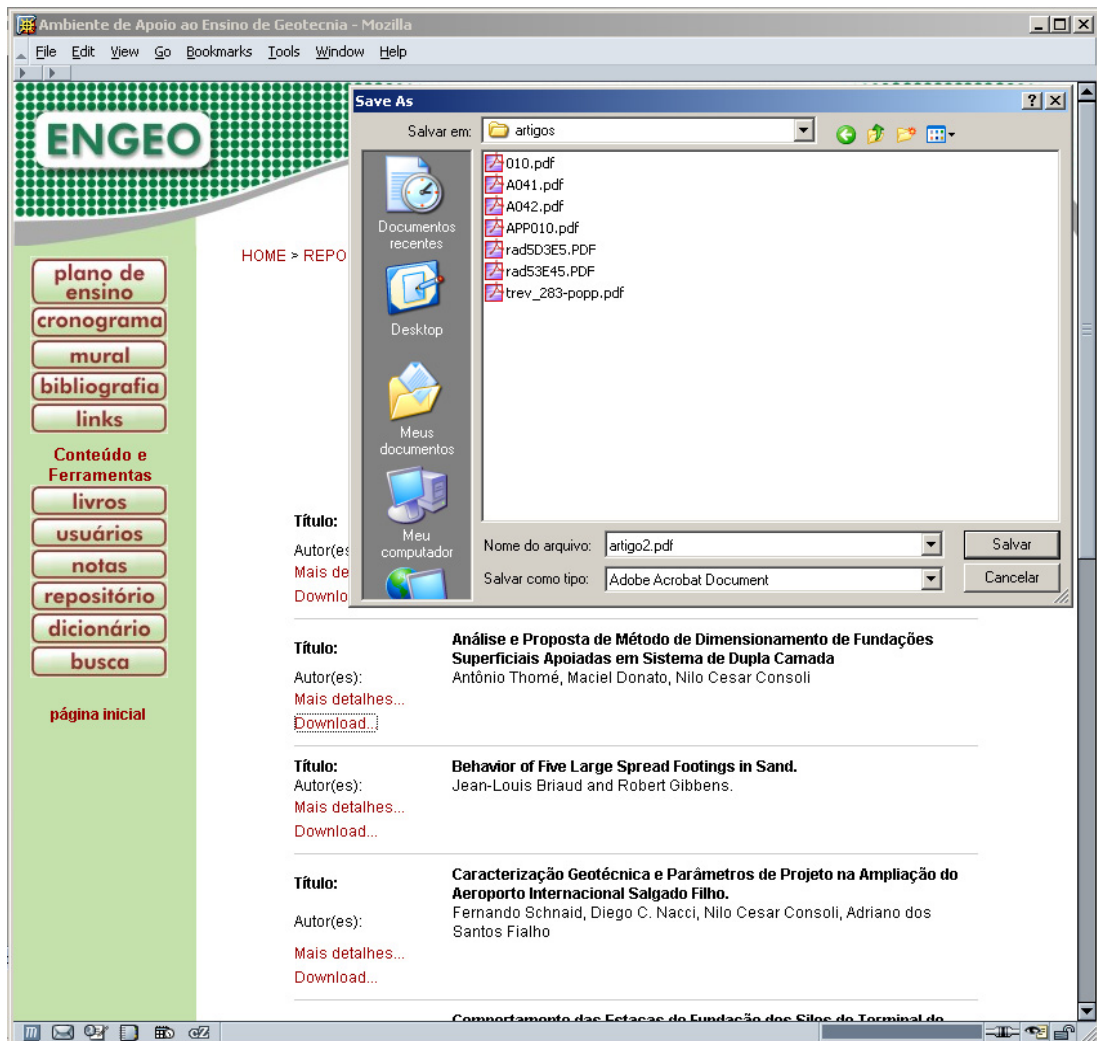


Figura 73: Visualização da opção Salvar como... habilitada com o clique do botão direito do mouse sobre o link *Download* do artigo.



Figura 74: Tela com informações detalhadas do artigo.

Para a busca por figuras cadastradas no repositório, as opções iniciais são as mesmas já descritas, ou seja, o usuário pode buscar por todas as figuras presentes no repositório ou pode restringir a busca por tópico. Em ambos os casos são apresentados ao usuário uma lista com informações sobre as figuras encontradas. Na Figura 75 apresenta-se a página de resposta para a busca por todas as figuras cadastradas no repositório. Nela é disponibilizada a informação de quantos registros foram encontrados e os botões de navegação entre esses registros, o título da figura, palavras-chave, referência bibliográfica da figura, a localização nesta referência e um link para visualizar mais detalhes sobre a figura.

Em **Ver mais detalhes...** o usuário visualizará a figura e informações como título, autores, palavras-chave, referência de onde a figura foi obtida, resumo do que a figura representa e localização, caso a figura se encontre em um dos dois livros disponíveis no ENGEO (Figura 76).

Se a figura tiver sido obtida de um dos livros eletrônicos é possível abrir o livro exatamente no ponto onde a figura aparece no texto, a partir do clique no texto referente à localização nos detalhes descritivos da figura em questão. Este é um recurso de contextualização e integração dos conteúdos do ENGEO. Um exemplo pode ser visto na Figura 77.



Figura 75: Resultado da busca por todas as figuras existentes no repositório de OE do ENGEIO.



File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

**ENGE** **SEAD**  

HOME > REPOSITÓRIO > FIGURAS

Busca por material: Busca por tópicos:

<< Voltar

**Título:** Amolgamento do solo ou falta de limpeza da cava de fundação.

**Autor(es):** Nilo Consoli, Jarbas Milititsky e Fernando Schnaid

**Palavras Chave:**

**Referência:**

**Resumo::** Amolgamento de solo (destruição da estrutura do solo com a conseqüente redução de resistência) no fundo da vala devido à falta de cuidado na escavação e limpeza, ou falta de limpeza de material caído das paredes ou remanescente de escavação, provocando recalques incompatíveis com o projeto.

**Localização:** [Patologias das Fundações; Capítulo 5: Execução; 5.1: Fundações superficiais; 5.1.1 Problemas envolvendo o solo](#)



instabilidade

material proveniente do desmoronamento

solo amolgado

página inicial

plano de ensino

cronograma

mural

bibliografia

links

Conteúdo e Ferramentas

livros

usuários

notas

repositório

dicionário

busca

Figura 76: Tela de visualização da figura e seu detalhes descritivos.

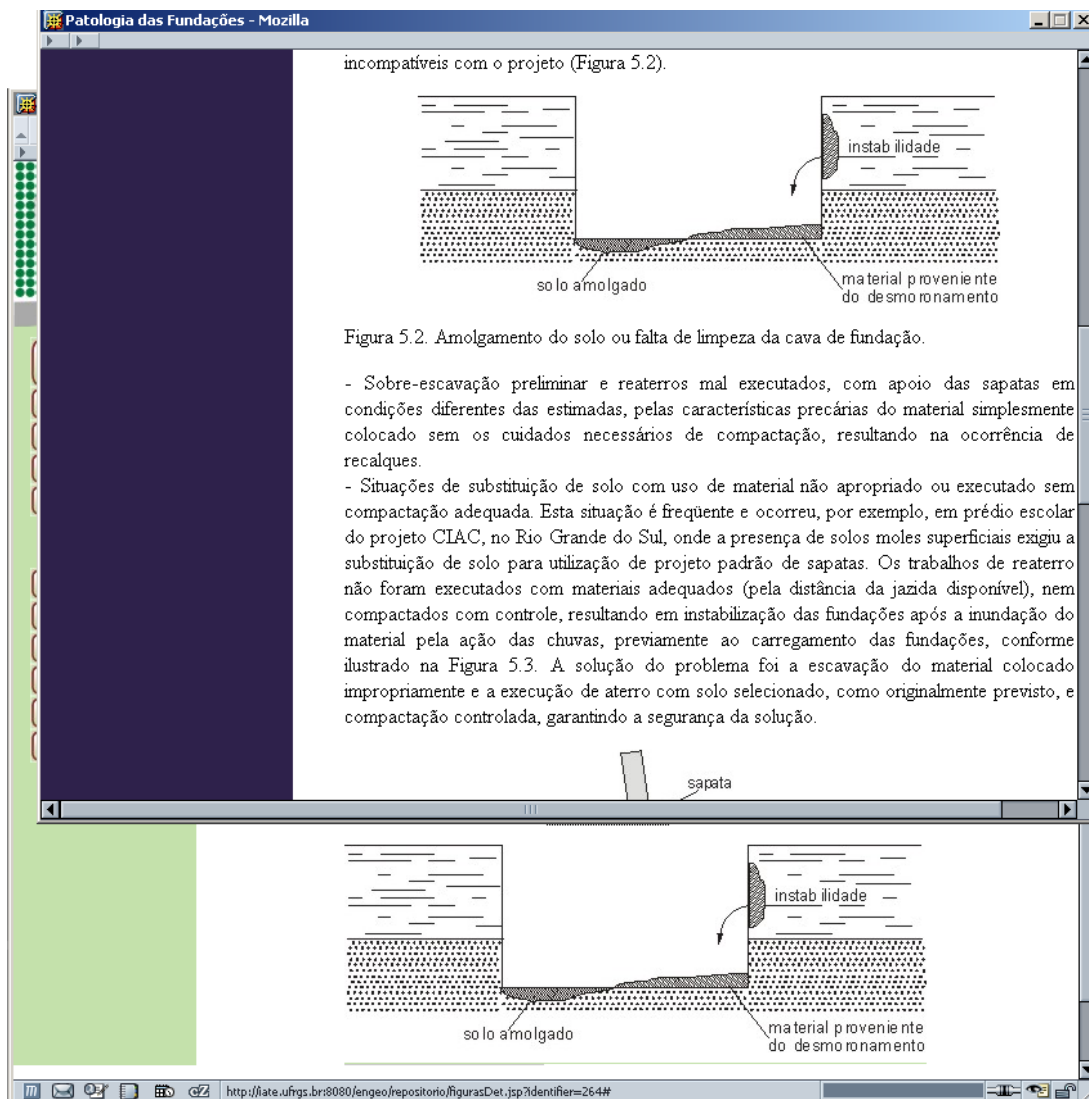


Figura 77: A partir do link *Contexto do Conteúdo* o usuário é levado exatamente para o local onde a figura se encontra no livro eletrônico.

Os detalhes já mencionados a respeito de buscas valem também para os materiais do tipo **vídeo**. Ao se realizar uma busca por vídeos, tanto por restrição de tópicos quanto pela totalidade de registros de vídeos na aplicação ENGEIO, o usuário recebe uma página listando os registros encontrados. Esta página contém informações como quantidade de registros encontrados, título atribuído ao vídeo, autores, palavras-chave, e um link que leva a mais detalhes e ao vídeo propriamente dito. Estes detalhes são vistos na Figura 78.

Clicando em **Mais detalhes...** o usuário segue para a página onde poderá assistir o vídeo e obter informações extras como tempo total do vídeo, tempo do início das imagens relevantes na linha de tempo do vídeo, descrição do assunto abordado e formato do arquivo digital do vídeo (Figura 79).



Figura 78: Lista de registros encontrados para busca por vídeos.



Figura 79: Página que mostra detalhes descritivos do vídeos bem como o próprio vídeo.

A descrição referente aos tipos de busca de materiais como **animações**, **artigos**, **figuras** e **vídeos**, vale também para o recurso educacional **multimídia**. Por sua vez, o tipo de busca por tópico realiza o caminho inverso às buscas por materiais. No caso de busca por tópico, o usuário primeiro define o tópico do qual deseja encontrar registros de OE, depois seleciona um filtro por material ou seleciona encontrar todos os OEs daquele tópico independente do tipo de material. A tela de entrada deste tipo de busca foi apresentada na Figura 66, sendo que para cada um dos tópicos possíveis do menu, uma tela com as restrições por material ou busca completa é oferecida ao usuário, como pode ser visto na Figura 80. Os demais passos assemelham-se aos já descritos anteriormente para as outras buscas.

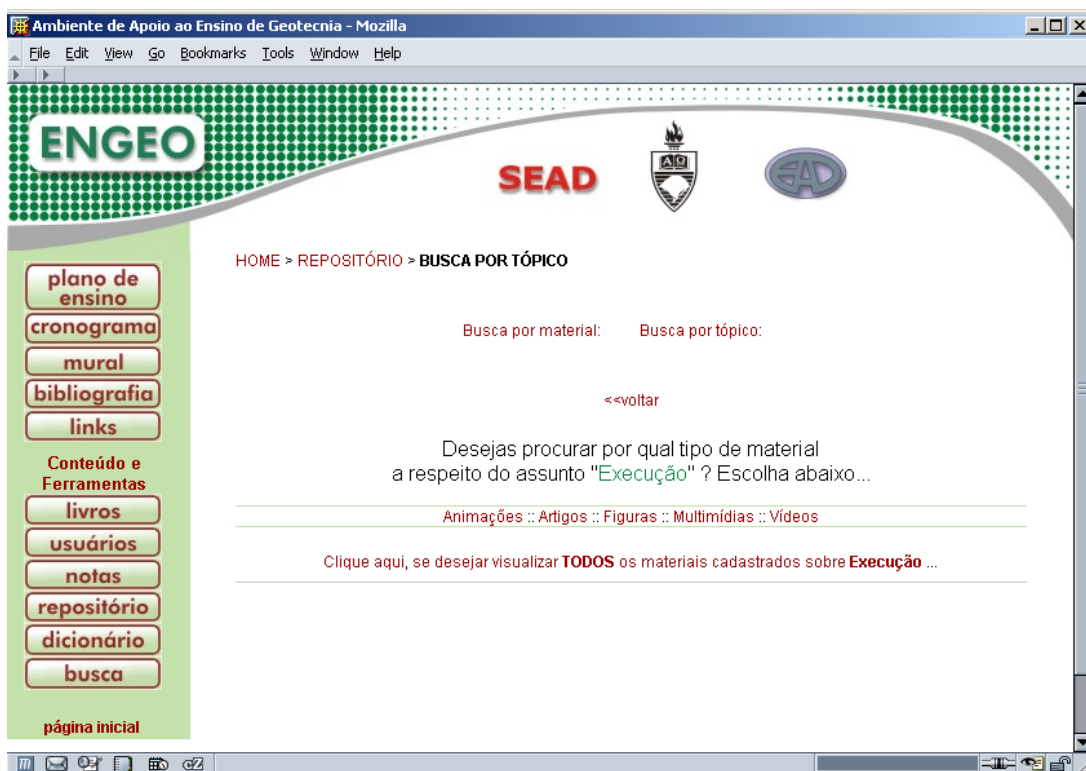


Figura 80: Tela mostrando a busca por OE do tópico Execução.

Voltando ao menu principal, o próximo item refere-se ao **Dicionário de Termos Técnicos : Inglês / Português**, acessível pelo botão **dicionário**. Esta ferramenta oferece ao usuário um dicionário de termos técnicos em inglês, de uso corrente em engenharia geotécnica, traduzidos para o português. Esta seção tem uma barra de navegação na parte superior que permite ao usuário escolher letras do alfabeto que filtram os registros cadastrados no banco de dados. Para cada letra selecionada é mostrado quantos registros foram encontrados, bem como botões de navegação, para que o usuário possa navegar entre os registros, sendo mostrados vinte registros por vez (Figura 81).



Figura 81: Tela mostrando o Dicionário de Termos Técnicos : : Inglês / Português

Finalizando as ferramentas disponíveis aos usuários na área pública do ENGEO, tem-se um sistema de busca que pode ser visto na Figura 82. Ele oferece a possibilidade de busca por palavras, sendo que o usuário pode definir o número de resultados por página, e também pode definir se a busca será restringida para que encontre exatamente a frase que foi escrita como expressão de busca ou se o sistema irá buscar por qualquer palavra contida na frase.

O sistema de busca aceita ainda o uso dos caracteres coringas ? e \* na expressão de busca, sendo que ? substitui uma letra em um termo da busca, como por exemplo *CP?*. Neste caso o sistema realizará uma busca por uma palavra de três letras realizando substituições do ? pelas letras do alfabeto. Usando \* como coringa na expressão de busca anterior (*CP\**) o sistema busca qualquer palavra iniciada por CP e terminada por qualquer combinação de letras independente do número de letras subsequentes.

A página mostra ainda, na parte superior a quantidade de registros encontrados e o número de páginas de resultados para uma dada expressão de busca. Na parte inferior o usuário dispõe de uma barra de navegação entre as páginas de resultados e o tempo total que o ENGEO levou para realizar a busca.

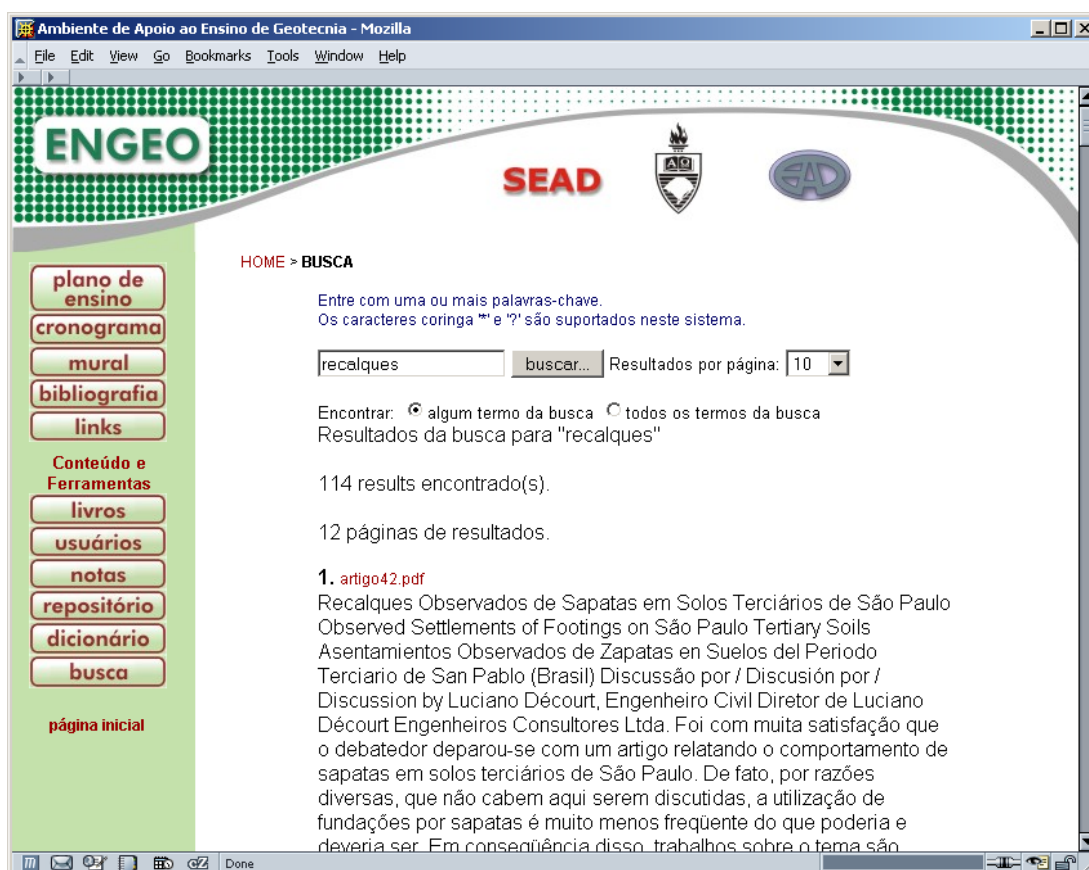


Figura 82: Sistema de busca do ENGEO

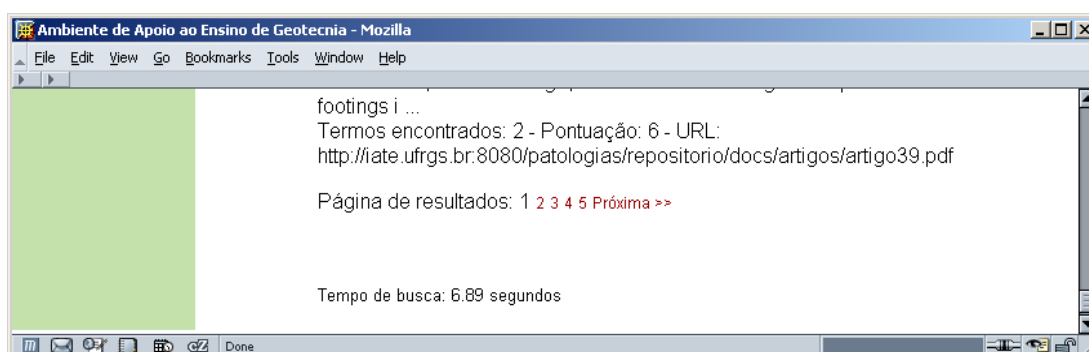


Figura 83: Parte inferior da página de resultados do sistema de busca.

## 6.2 Considerações Finais Sobre a Aplicação ENGEO

No desenvolvimento do presente projeto uma das dificuldades enfrentadas foi o cadastramento dos OE no repositório. É possível que durante a navegação na aplicação ENGEO alguns OEs não apresentem o comportamento adequado ou que *bugs* possam ser encontrados, principalmente nos recursos do repositório. Em parte isto explica-se pela grande quantidade de material selecionado para ser cadastrado e este processo ainda continuará a ser executado, uma vez que a pesquisa apresentada nesta dissertação tem financiamento parcial da Secretaria de Educação a Distância (SEAD) da UFRGS até Novembro de 2005. A principal tarefa que está sendo executada no atual estágio do trabalho é a finalização do cadastramento de OE previamente selecionados e produzidos, bem como a produção de novos OE conforme a demanda dos professores envolvidos no uso da aplicação ENGEO.

Da dificuldade de cadastramento dos OEs no repositório e da própria administração da aplicação ENGEO surgiu a necessidade de desenvolvimento de ferramentas que possibilitassem formas mais amigáveis de manipular os registros no banco de dados. Desta demanda surgiu um conjunto de recursos que compõem a área administrativa da aplicação ENGEO. A proposta é oferecer ferramentas que agilizem e facilitem a gestão dos recursos educacionais e das informações dinâmicas que ficam armazenadas no banco de dados. Através das ferramentas oferecidas será possível executar as operações básicas no tratamento de informações do banco de dados: inclusão, exclusão, edição e visualização dos conteúdos. Este recurso é restrito a usuários com privilégios administrativos e só poderão acessar nesta seção através de *login* com senha. A tela de *login* da área administrativa pode ser visualizada na Figura 84.



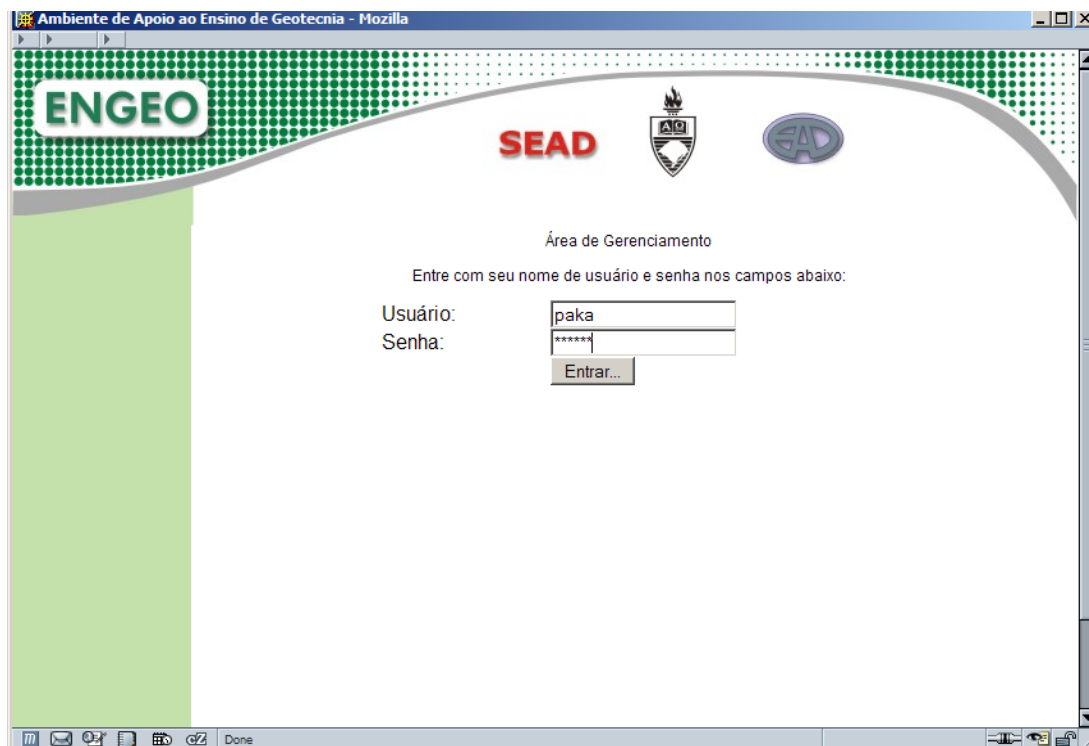


Figura 84: Tela de entrada da área administrativa

Na Figura 85 pode ser visualizada a tela para edição de figuras já cadastradas no REO. Tem uma interface simples e ágil que permite que qualquer usuário sem conhecimentos de bancos de dados possa facilmente administrar o conteúdo da aplicação ENGEO. A interface mostrada nesta tela possui ainda um menu vertical no lado esquerdo da tela que contém atalhos para as ferramentas de edição de cada um dos módulos que estão representados pelos botões do menu, sendo eles: disciplinas, mural, links, usuários, notas e repositório. Todos os botões abrem um menu *pull-down* contendo as opções de inclusão, exclusão, edição e visualização dos conteúdos, como mostrado abaixo do link **animações** no menu horizontal na parte superior da tela. O botão área pública encerra a sessão de administração e leva o usuário de volta à página inicial da aplicação ENGEO.

A área administrativa ainda apresenta *bugs* que precisam ser corrigidos, mas boa parte das tarefas de administração da aplicação ENGEO já podem ser realizadas através das ferramentas disponibilizadas nesta área.



Figura 85: Tela de edição de figuras cadastradas

## 7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 7.1 Introdução

Neste capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao trabalho de pesquisa desenvolvido nesta dissertação. Além disso, a partir da experiência adquirida, são apontadas algumas lições e ações para o futuro, bem como sugestões para pesquisas futuras.

### 7.2 Conclusões

Uma das suposições que motivaram a pesquisa foi de que o uso de TICs e da Web, como relatado ao longo do trabalho, podem potencializar práticas pedagógicas que estimulem características desejáveis do perfil do engenheiro. Esta suposição será devidamente verificada após a implantação deste projeto e já vem sendo alvo de pesquisa e publicações do grupo de pesquisadores do Núcleo de Multimídia e Educação a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS. Com isso espera-se que se obtenha recursos para responder às questões que motivaram a pesquisa: a) as TICs e a Web, de fato, privilegiam o desenvolvimento da autonomia para o auto aprendizado? b) esta tecnologia tem impacto positivo no trabalho do professor e, por conseqüência, no ensino de Engenharia? c) uma aplicação Web integrada às TIC atende às necessidades dos cursos tecnológicos, como é o caso da Engenharia Geotécnica, oferecendo facilidades de visualização, acesso à realidade da prática profissional e a conteúdos teóricos extensos e complexos?

Contudo, o objetivo central do presente trabalho foi atingido, qual seja, o de desenvolver um software baseado na Web, integrado por um repositório de OE, para estruturação de recursos educacionais com a função de oferecer suporte ao estudo do conteúdo referente ao domínio da Engenharia Geotécnica, em especial da disciplina Fundações da grade curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Neste trabalho, também produziu-se recursos educacionais específicos para a disciplina de Fundações, como duas animações em Flash, selecionou-se 50 artigos sobre o domínio convertendo-os para PDF, selecionou-se 401 figuras nos formatos GIF e JPEG, produziu-se 3 apresentações multimídia, 18 clips de vídeo e 2 livros eletrônicos. Os OE citados abrangem os seguintes

tópicos do domínio de fundações: conceitos básicos de recalque, investigação do subsolo, análise e projeto, execução, eventos pós-constructivos da fundação e degradação dos materiais. Todos estes recursos foram cadastrados como OE no repositório do ENGEIO, além disso desenvolveu-se um dicionário de termos técnicos inglês/português, de uso corrente na área de domínio, bem como ferramentas e estruturas de navegação para facilitar a busca pelos recursos citados anteriormente.

A maior contribuição do trabalho foi a sistematização e organização do conhecimento em uma área inédita. A abordagem adotada para o desenvolvimento da aplicação ENGEIO é inédita no Brasil e alguns professores do Grupo de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil da UFRGS já estão fazendo uso dos recursos disponibilizados na aplicação ENGEIO em suas disciplinas. Este fato comprova que o objetivo do presente trabalho, de introduzir e incentivar a utilização de sistemas baseados na Web para compartilhamento de conteúdo das disciplinas também, foi alcançado. A implementação de TICs para fins educacionais, através do desenvolvimento dos OEs, promoveu discussões ao longo do projeto, entre professores e o autor, a respeito da melhor forma de representar determinadas situações em meio digital, que poderiam enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos, como foi o caso dos vídeos e das animações produzidas. Com isso, fomentou-se a discussão do uso educacional das TICs.

O uso das TICs e da Web, neste trabalho, proporcionaram também uma mudança na prática pedagógica no ensino de Engenharia, uma vez que os alunos que tiveram contato com o ENGEIO, puderam acessar conteúdos fora do ambiente presencial e também experimentar situações virtuais de casos reais, como por exemplo, ver execução de fundações sem precisar ir ao canteiro de obras, como no caso do uso de clips de vídeos. Ou visualizar fenômenos complexos através de animações, onde antes se tinha apenas textos ou figuras estáticas.

As novas TICs, e todas as interfaces relacionadas com o processo de implementação destas tecnologias, para o autor são tarefas que devem ser incorporadas às práticas pedagógicas, pois potencializam a atividade educacional e agregam valor ao trabalho dos professores: o valor da tecnologia e o valor da criatividade aplicada aos novos formatos de transmissão de seu próprio saber. Além de favorecer o desenvolvimento das características apresentadas neste item e que foram identificadas como desejadas no perfil do engenheiro.

O ENGEIO também se prestou a gerir e estruturar o conteúdo da disciplina, agregando valor ao trabalho do professor, através da otimização da atividade de planejamento, produção e

disponibilização de material, de forma organizada e *modularizada*, permitindo a re-utilização, segundo seus interesses e objetivos.

A aplicação ENGEO tem se mostrado eficiente e flexível, embora não se tenha realizado nenhum teste de eficiência ou ergonomia, no que diz respeito a facilidade de busca por recursos educacionais, oferecendo mais de uma forma de se encontrar informações sobre o mesmo conteúdo. O sistema oferece a possibilidade de busca por palavras-chave em toda a aplicação ou busca dirigida, através de duas taxionomias, por tipo de material ou por assunto, auxiliando o aluno no acesso a conteúdos fora do ambiente presencial. Este auxílio ao aluno foi objetivo que também se buscou e alcançou no desenvolvimento desta dissertação.

Está em fase de planejamento a disponibilização de informações de todas as disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFRGS na Web, o que mostra que o assunto tratado nesta dissertação está em conformidade com os esforços do Departamento de Engenharia Civil de implementar TICs em aplicações para fins educacionais. O conhecimento gerado por esta dissertação a respeito das necessidades e condições de contorno em projetos que implementem TICs e Web como apoio ao ensino de Engenharia ficam como legado para futuros projetos que venham a ser desenvolvidos na UFRGS, ou por qualquer pessoa ou equipe que tenha como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação Web para uso educacional.

### 7.3 Sugestão para Futuras Pesquisas

Como sugestão para trabalhos futuros pode-se citar a integração da aplicação ENGEO a um sistema de gerenciamento de cursos baseados na Web, como por exemplo o software Claroline (<http://www.claroline.net/>) ou o Teleduc (<http://teleduc.nied.unicamp.br/>). Ambos são de código-fonte aberto e de distribuição gratuita, sendo que qualquer desenvolvedor pode se apropriar integralmente ou de partes destes softwares ou alterá-los sem nenhum tipo de penalização. Justifica-se esta sugestão pelo fato destes softwares possuírem ferramentas de gestão de alunos e de informações de disciplinas e ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas que não foram implementadas na aplicação ENGEO, ou as ferramentas destes softwares são mais bem desenvolvidas que as da aplicação ENGEO. Dependendo do sistema escolhido existirá uma gama de opções de ferramentas diferentes. Por outro lado, em nenhuma delas, até a data da finalização desta dissertação, encontra-se a disposição dos

usuários um sistema como o Repositório de Objetos Educacionais, como o implementado no presente trabalho. Portanto, pode-se sugerir a integração do ROE da aplicação ENGEO nos sistemas de gestão de cursos de forem aderentes à filosofia de código aberto e software livre.

Da mesma forma, que justifica-se a integração de novas funcionalidades, ou melhoria das existentes, também se tem a necessidade de desenvolvimento constante de novos OEs para atender a demandas específicas e ainda não contempladas dentre os OEs produzidos e cadastrados no repositório da aplicação ENGEO.

Outra possibilidade de continuidade da pesquisa seria a implementação de agentes inteligentes na aplicação ENGEO. O uso de agentes é uma técnica da Inteligência Artificial (IA) e o estudo de agentes em aplicações Web é do domínio dos Sistemas Tutores Inteligentes, uma área da IA. Agentes são pequenos softwares em uma camada transparente ao usuário que têm tarefas diversas como monitorar ações do usuário ou reagir ou inferir a partir de ações do usuário. Por exemplo, um agente poderia ser responsável pela oferta de conteúdo personalizado baseado em perfis de usuários. Ou filtrar resultados de busca na Web para mostrar as informações mais relevantes para um determinado assunto pesquisado pelo aluno. De modo mais genérico pode-se dizer que “agente é tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu **ambiente** por meio de **sensores** e agir sobre esse ambiente por meio de **atuadores**” (RUSSEL; NORVIG, 2004, p.33). Outras abordagens da IA também podem ser incorporadas, como o desenvolvimento de uma ontologia específica para a Engenharia Geotécnica.

Sob o aspecto da engenharia de softwares, sempre é possível se melhorar o sistema, e neste sentido, a implementação de novas tecnologias e abordagens para aprimorar a aplicação ENGEO seria mais uma sugestão de continuidade das pesquisas, pois as tecnologias, em especial as digitais, renovam-se a todo o instante.

## REFERÊNCIAS

- ADOBE. **Adobe PDF**. Disponível em <<http://www.adobe.com/products/acrobat/adobepdf.html>>. Acesso em Ago. de 2004.
- ALAVA, S. et al. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- ALHIR, S. S. **Learning UML**. Sebastopol, CA-USA: O'Reilly, 2003.
- ALMEIDA, G. C. P. **Diversidade de mídias: procura do melhor aprendizado**. Disponível em <<http://www.geotecnia.ufjf.br/diversidade.pdf>>. Acesso em Fev. de 2005.
- ALMEIDA, G. C. P. **Metodologia para o uso de novas mídias no aprendizado geotécnico**. Disponível em <[http://www.geotecnia.ufjf.br/novas\\_mídias.pdf](http://www.geotecnia.ufjf.br/novas_mídias.pdf)>. Acesso em Fev. de 2005.
- APACHE JAKARTA PROJECT. **The Apache Jakarta Tomcat 5 Servlet/JSP Container**. Disponível em <<http://jakarta.apache.org/tomcat/tomcat-5.0-doc/>>. Acesso em Ago. de 2004.
- AZEVEDO, S. L. **Desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista para escolha do tipo de fundações**, 1999. Tese (doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 1999.
- BANK, D. **The Java Saga**. Disponível em <[http://www.wired.com/wired/archive/3.12/java.saga\\_pr.html](http://www.wired.com/wired/archive/3.12/java.saga_pr.html)>. Acesso em Jun. de 2004.
- BAZZO, W.; PEREIRA, L. T. do V. **Introdução à engenharia**. 4. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.
- BERNERS-LEE, T. **Information management: a proposal**. Hypertext proposal. Internal Report. CERN, 1990. Disponível em <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>. Acesso em Fev. de 2005.
- BERSANO, C. B. **Presença e uso de tecnologia da informação no ensino de projeto arquitetônico: estudo exploratório nas faculdades de Arquitetura e Urbanismo de Porto Alegre / RS, 2003**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 2003.
- BOMFIN JÚNIOR, F. T. **JSP: a tecnologia Java na Internet**. São Paulo: Érica, 2002.
- BRAIN, M. **How MP3 files work**. Disponível em <<http://computer.howstuffworks.com/mp3.htm/printable>>. Acesso em Fev. de 2005.
- BUSH, V. **As We May Think**. Disponível em <<http://www.w3.org/History/1945/vbush/>>. Acessado em Fev. de 2005.
- BURNS, J. **Image formats**. Disponível em <[http://www.htmlgoodies.com/tutorials/web\\_graphics/article.php/3479931](http://www.htmlgoodies.com/tutorials/web_graphics/article.php/3479931)>. Acessado em Fev. de 2005.

- BYOUS, J. **Java technology: the early years**. Disponível em <<http://java.sun.com/features/1998/05/birthday.html>>. Acesso em Mar. de 2004.
- CARNEIRO, M. L. F.; GELLER, M.; TAROUÇO, L. M. R. Groupware e os ambientes de EAD. **Revista Informática na Educação: teoria e prática**. Porto Alegre, v.5, n.2, p.11-21, Nov. de 2002.
- CHAPMAN, S. **A brief history of JavaScript**. Disponível em <<http://javascript.about.com/od/reference/a/history.htm>>. Acesso em Dez. de 2004.
- CHARLIER, B. Como compreender os novos dispositivos de formação? In: ALAVA, S. et al. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- CHEN, P. P. The entity-relationship model: toward a unified view of data. In: **SPECIAL ISSUE: PAPERS FROM THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON VERY LARGE DATA BASES**, 1976, v.1, n.1, p.9-36. New York, NY, USA: ACM Press, March 1976.
- CLICK AND GO. **Fast forward to video streaming**. Disponível em <http://www.clickandgovideo.ac.uk/>. Acesso em Nov. de 2004.
- COOD, E. F. A relational model of data for large shared data banks. **Communications of the ACM** (Association for Computing Machinery), v.13, n.6, p.377-387. New York, NY, USA: ACM Press, June 1970.
- COOD, E. F. Extending the database relational model to capture more meaning. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF DATA**, 1979, Boston – Massachusetts, USA. Proceedings, v.4, n.4, p.397-434. New York, NY, USA: ACM Press, May 1979.
- COLOMBO, C. R. e BAZZO, W. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino em Engenharia – ABENGE**, Brasília, v.20, n.1, p.9-16, Ago. de 2001.
- CONSOLI, N. C. **Patologia das fundações**. Disponível em <<http://iate.ufrgs.br:8080/engeo>>. Acesso em Jan. de 2005.
- COSTA, L. A. C. **A avaliação da aprendizagem no ensino de Estruturas: epistemologia, tecnologia e educação a distância**, 2004. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 2004.
- COSTA, L. A. C. **Proposta de um sistema gerador de avaliações vislumbrando a educação a distância em Engenharia**, 2000. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre – RS, Brasil, 2000.
- DATE, C. J. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. **Java, como programar**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.



DEPOVER, C. Um dispositivo de aprendizagem a distância baseado na partilha de conhecimento. In: ALAVA, S. et al. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DCMI - DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **DC type element schema**. Disponível em <<http://dublincore.org/2000/03/13/dctype#>> Acesso em Junho de 2004.

DCMI - DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Architecture working group: expressing qualified Dublin Core in RDF**. Disponível em <http://www.mathematik.uniosnabrueck.de/projects/dcqual/qual21.3.1/>>. Acesso em Junho de 2004.

ECMA INTERNATIONAL. **Standard ECMA-262: ECMAScript Language Specification**. 3rd edition (December 1999). Disponível em <<http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>>. Acesso em Jan. de 2005.

EUREKA. **E!147- DAB: digital audio broadcasting system**. em <<http://www.eureka.be/inaction/AcSearchProject.do>>. Acesso em Jan. de 2005.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Produção e implantação do modelo de curso à distância via web. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA: o ensino da graduação e suas interfaces com a pós-graduação, a pesquisa e a extensão**, 31., Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2003-a.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Robotica Industrial: experiencia de desarrollo e implantacion de un curso a distancia. In: **CONGRESO INTERNACIONAL EDUTEC' 2003: gestión de las tecnologías de la información y la comunicación en los diferentes ámbitos educativos**, 2003, Caracas - Venezuela. Proceedings. Disponível em: <<http://www.ucv.ve/edutec/Ponencias/11.doc>>. Acesso em Dez. de 2003-b.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Produção de Material Educacional: Objetos Educacionais e Padrão Dublin Core. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: Avaliação: compromisso com a qualidade e resultados**, 11., 2004, Salvador. Proceedings. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/gradetc.htm>>. Acesso em Dez. de 2004-a.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Artificial intelligence, learning objects and Dublin Core standards. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS**, 7., 2004, Maceió - AL. Proceedings. Berlin - Germany: Springer Berlin Heidelberg, 2004-b. Suplemento Workshop Distance Learning Environments for Digital Graphic Representation.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Implementação de Sistema Tutor Inteligente para Geotecnia. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 15., 2004, Manaus - AM. Anais, v.1, n.1, p.625-627. Manaus – AM: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2004-c.

FERREIRA FILHO, R. C. M. et al. Proposta de sistema tutor inteligente para engenharia geotécnica. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/>>. Acesso em Dez. de 2004-d.

FRAUNHOFER IIS. **Audio & Multimedia MPEG Audio Layer-3**. Disponível em <<http://www.iis.fraunhofer.de/amm/techinf/layer3/>>. Acesso em Fev. de 2005.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. Disponível em <<http://www.fsf.org/>>. Acesso em Fev. de 2004.

GILHEANY, S. **Permanent digital records and the PDF format**. Disponível em <<http://www.berghell.com/whitepapers/Permanent%20Digital%20Records%20and%20PDF%20Formats.pdf>>. Acesso em Fev. de 2005.

GNU OPERATING SYSTEM. Disponível em <<http://www.gnu.org/>>. Acesso em Fev. de 2004.

GOMES, E. B. **Dante explica Java™ 2 V 1.4**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2004.

GOSLING, J. **A brief history of the Green project**. Disponível em <<http://today.java.net/jag/old/green/>>. Acesso em Fevereiro de 2004.

HENRIQUES R. B. et al. **Um ambiente de ensino/aprendizagem para Engenharia Elétrica**. Revista Informática na Educação: teoria e prática. Porto Alegre, v.5, n.1, p.63-73, 2002.

HEUSER, C. A. **Projeto de banco de dados**. Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 2004.

HILLMANN, D. **Using Dublin Core**. Disponível em <<http://dublincore.org/documents/usageguide/>>. Acesso em Nov. de 2003.

HORWAT, W. **ECMAScript Language Specification**. Disponível em <<http://www.mozilla.org/js/language/E262-3.pdf>>. Acesso em Nov. de 2003.

JAVA COMMUNITY PROCESS. **Community Development of Java Technology Specifications**. Disponível em <<http://jcp.org>>. Acesso em Jun. de 2004-a.

JAVA COMMUNITY PROCESS. **JSR 54: JDBC™ 3.0 Specification**. Palo Alto, CA-USA: Sun Microsystems Inc, 2001.

JAVA COMMUNITY PROCESS. **JSR 154: Java™ Servlet 2.4 Specification**. Santa Clara, CA-USA: Sun Microsystems Inc, 2003.

JAVA COMMUNITY PROCESS. **JSR 245. JavaServer™ Pages 2.1**. Santa Clara, CA-USA: Sun Microsystems Inc, 2004-b.

JDK™ 5.0 Documentation. Disponível em <<http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/index.html>>. Acesso em Jun. de 2004.

JPEG. **Joint Photographic Experts Group**. Disponível em <<http://www.jpeg.org/index.html>>. Acesso em Jan. de 2005.

KENNEDY, T. **What Is Streaming Media?** Disponível em <<http://www.streamingmediaworld.com/gen/tutor/whatis/index.html>>. Acesso em Jan. de 2005.

KOLB, D. A. **Experimental learning: experience as the source of learning and development**. New Jersey: Prentice-Hall. 1984.

LANDRY, P. O sistema educativo rejeitará a Internet? Ou as condições para uma boa integração das mídias nos dispositivos. In: ALAVA, S. et al. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LEME, F. **Servlets Parte 1: conceitos e técnicas básicas**. **Java Magazine**. Rio de Janeiro, v.3, n.18, p.32-42, Out. 2004-a.

LEME, F. **Servlets Parte 2: conceitos avançados**. **Java Magazine**. Rio de Janeiro, v.3, n.20, p.24-30, Dez. 2004-b.

LINCH, K. **How to Leverage PowerPoint in e-learning**. Disponível em <<http://macromedia.breezecentral.com/p97819721/>>. Acesso em Jul. de 2002.

LODER, L. L. **Epistemologia versus Pedagogia: o locus do professor de Engenharia**. 2002. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Educação. Porto Alegre – RS, Brasil, 2002.

LOISELLE, J. A exploração da multimídia e da rede Internet para favorecer a autonomia dos estudantes universitários na aprendizagem. In: ALAVA, S. et al. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LOSANO, F. Aplicações Web no Tomcat 5: Parte1: primeiros passos no desenvolvimento JSP. **Java Magazine**. Rio de Janeiro, v.3, n.18, p.20-31, Out. 2004-a.

LOSANO, F. Servlets no Tomcat 5: aplicações Web MVC em Java. **Java Magazine**. Rio de Janeiro, v.3, n.20, p.14-22, Dez. 2004-b.

LUFT, P. C.; FERNANDES, F.; GUIMARÃES, M. **Dicionário brasileiro Globo**. 30ª ed. São Paulo: Editora Globo S.A, 1993.

MACROMEDIA. **Macromedia Flash (SWF) File Format Specification Version 7**.

Disponível em

<[http://download.macromedia.com/pub/flash/flash\\_file\\_format\\_specification.pdf](http://download.macromedia.com/pub/flash/flash_file_format_specification.pdf)>. Acesso em Nov. de 2004.

MACROMEDIA FLASH MX. **Using Flash MX**. 1<sup>st</sup> Edition. San Francisco: Macromedia Inc., 2002.

MARGULIES, A. H. **The OpenCourseWare Initiative: A New Model for Sharing**.

Disponível em <<http://mitworld.mit.edu/play/206/>>. Acesso em Fev. de 2005.

MILITITSKY, J. O Desafio de formar engenheiros como transformadores sociais.

**Engenharia**. Porto Alegre: Escola de Engenharia da UFRGS. v.1, n.9, p.2, Ago. de 1998. Suplemento mensal.

MIT. **MIT OpenCourseWare**. Disponível em <<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/index.htm>>. Acesso em Nov. de 2004-a.

MIT. **MIT World**. Disponível em < <http://mitworld.mit.edu/index.php>>. Acesso em Nov. de 2004-b.

MOLLY, W. S. **JavaScript: Past, Present, and Future**. Disponível em <<http://wp.netscape.com/computing/webbuilding/studio/feature19981111-1.html>>. Acesso em Nov. de 2004.

MORAN, J. M. **Mudanças na Comunicação Pessoal**: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica. São Paulo: Paulinas, 1998.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologia. **Revista Informática na Educação**: teoria e prática. Porto Alegre. v.3, n.1, p.137-144, Set. de 2000.

MOURA, E. L. C. **Análise Orientada a Objetos Aplicada ao Desenvolvimento de Programas para a Engenharia de Fundações e Obras de Terra**. 2002. Monografia de Especialização em Informática Empresarial – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2002.

MOZZILA. **JavaScript**. Disponível em <<http://www.mozilla.org/js/>>. Acesso em Nov. de 2004.

MySQL. **MySQL Connector/J**. Disponível em <<http://www.mysql.com/products/connector/j/>>. Acesso em Ago. de 2004.

NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

NELSON, M. **LZW Data Compression**. Disponível em <<http://www.dogma.net/markn/articles/lzw/lzw.htm>> Acesso em Dez. de 2004.

NELSON, T. H. **Xanalogical Structure, Needed Now More than Ever: Parallel Documents, Deep Links to Content, Deep Versioning and Deep Re-Use**. Disponível em <http://www.xanadu.com.au/ted/XUsurvey/xuDation.html>. Acesso em Fev. de 2005.

NETSCAPE COMMUNICATIONS CORPORATION. **Javascript Guide**. Disponível em < <http://wp.netscape.com/eng/mozilla/3.0/handbook/javascript/>>. Acesso em Ago. de 2004.

NETSCAPE COMPANY PRESS RELATIONS. **Innovators of the Net: Brendan Eich and Javascript**. Disponível em <[http://wp.netscape.com/columns/techvision/innovators\\_be.html](http://wp.netscape.com/columns/techvision/innovators_be.html)>. Acesso em Ago. de 2004-a.

NETSCAPE COMPANY PRESS RELATIONS. **Netscape and Sun Announce Javascript, the Open, Cross-Platform Object Scripting Language for Enterprise Networks and The Internet**. Disponível em <<http://wp.netscape.com/newsref/pr/newsrelease67.html>>. Acesso em Ago. de 2004-b.

NOCK, C. **Data access patterns: database interations in object-oriented applications**. Boston, MA-USA: Pearson Education, 2004.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **OMG-Unified Modeling Language, v1.5**. Needham, MA-USA: Object Management Group, Inc, 2003.

PETERS, O. **Didática do Ensino a Distância**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001.

PROJETO SOFTWARE LIVRE BRASIL. Disponível em <<http://www.softwarelivre.org/>>. Acesso em Março de 2004.

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J.. **Database Management Systems**. 2. ed. San Francisco, CA-USA: McGraw Hill, 2001.

REALNETWORKS. **Helix Universal Server Administration Guide**. Disponível em <http://service.real.com/help/library/guides/helixuniversalserver/realsrvr.htm>. Acesso em Jan. de 2005.

REALNETWORKS. **RTSP Interoperability with Realsystem Server 8**. RealSystem iQ Whitepaper. Seattle, WA-USA: RealNetworks Inc., 2000.

REALNETWORKS. **RealNetworks Production Guide**. Disponível em <http://service.real.com/help/library/guides/realone/ProductionGuide/HTML/realpgd.htm>. Acesso em Dez. de 2004.

REITZ, D. S. **Abordagem ergonômica de avaliação de websites no âmbito da educação à distância**. 2003. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre – RS, Brasil, 2003.

ROCHA, H. L. S. **Criação de Web Sites I**. Disponível em <<http://www.argonavis.com.br/cursos/web/w100/cws.html>>. Acesso em Jan. de 2005-a.

ROCHA, H. L. S. **Criação de Web Sites II**. Disponível em <<http://www.argonavis.com.br/cursos/web/w100/cws.html>>. Acesso em Jan. de 2005-b.

ROCHA, H. L. S. **Desenvolvendo Web Sites Interativos com JavaScript**. Disponível em <<http://www.argonavis.com.br/cursos/web/w600/index.html>>. Acesso em Jan. de 2005-c.

ROSSETO, M.; NOGUEIRA, A.H. **Aplicação de elementos metadados Dublin Core para descrição de dados bibliográficos on-line da biblioteca digital de teses da USP**. Disponível em <[www.sibi.ufrj.br/snbu/snbu2002/oralpdf/82.a.pdf](http://www.sibi.ufrj.br/snbu/snbu2002/oralpdf/82.a.pdf)>. Acesso em Fevereiro de 2004.

RUSSEL, S; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SCHLEMMER, E.; FAGUNDES L.C.. Uma proposta para avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem na sociedade em rede. **Informática na Educação: teoria e prática**. Porto Alegre, v.4, n.2, p.25-36. Dez. de 2001.

SAVAGE, C.; CLEVELAND, G. **Adobe Acrobat and Its Use in Document Delivery**. Information Technology Services. National Library of Canada. Dezembro de 1996. Disponível em <<http://www.collectionscanada.ca/9/1/p1-237-e.html>>. Acesso em Fevereiro de 2005.

SCHNAID, F. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

SCHNAID, F. et al. Multimídia e Ensino a Distância na Engenharia Civil: Disciplina de Investigações Geotécnicas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**, 28., 2001, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2001. (CD-ROM).

SCHNAID, F. et al. **Mídia para Educação a Distância**. In: **WORKSHOP INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 6., Porto Alegre. Anais. 2002-a.

SCHNAID, F. et al. Multimídia e aulas interativas a distância: experiências de aplicação no ensino de engenharia Civil. In: **WORKSHOP INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 6., Porto Alegre. Anais. 2002-b.

SCHNAID, F.; TIMM, M. I.; FERREIRA FILHO, R. C. M. Ensino Tecnológico: Modelo de Uso de Multimídia e Internet. In: **CONGRESSO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**, 2003, Salvador. Anais. São Paulo: CDLearning, 2003.

SILVEIRA, M. A. Planificação de conteúdos e de problemas: um ensaio sobre a didática do conceito de estabilidade. **Revista de Ensino de Engenharia**, ABENGE, Brasília, v.22, n.1, p. 33-48, Jun. de 2003.

SOARES M. V. Diretrizes curriculares? O perfil desejado pela ABENGE do engenheiro do novo milênio pode ser Alcançado? Uma proposta de caminho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO EM ENGENHARIA**, 26., 1998, São Paulo. Anais. São Paulo : USJ/ABENGE, 1998.

SOUZA FILHO, R. S.; CASTRO, E. B. P. Auxílio informatizado ao processo de projeto. In: NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial**: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

STALLMAN, R. **UNESCO and Free Software**. Disponível em [http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL\\_ID=13803&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=13803&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html). Acesso em Março de 2004.

SUNSOURCE.NET. **What is Open Source**. Disponível em < <http://www.sunsource.net>>. Acesso em Fevereiro de 2005.

TAROUCO, L. M. R. **Plataformas para suporte a Educação a Distância**. Informática na Educação: Teoria e Prática. Porto Alegre, v.4, n.2, p.7-13. Dez. de 2001.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R.. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE** - Revista Novas Tecnologias na Educação: II Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/>> . Acesso em: Nov. de 2003.

THE SOURCE FOR DEVELOPERS. **JavaServer Pages - Apache Tomcat**. Disponível em <<http://java.sun.com/products/jsp/tomcat/>>. Acesso em Agosto de 2004.

THORNHILL, S.; ASENSIO, M.; YOUNG, C. **Video Streaming: a guide for educational development**. Manchester-UK: The JISC Click and Go Video Project, 2002.

UML™ RESOURCE PAGE. <<http://www.uml.org/>>. Acesso em Jan. de 2005.

VALENTINI, C. B.; FAGUNDES, L. C.. Ambientes virtuais de aprendizagem: sistema, organização e interação. **Informática na Educação: teoria e prática**. Porto Alegre, v.4, n.2, p. 7-13, Dez. de 2001.

VASWANI, V. **MySQL: the complete reference**. Emeryville, CA-USA: McGraw Hill, 2004.

VICARI, R. M.; GIRAFFA, L. M. M. Fundamentos de Sistemas Tutores Inteligentes. In: BARONE, D.; et al. **Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

W3C. **GIF87a specification**. Disponível em <<http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>>. Acesso em Dez. de 2004-a.

W3C. **GIF89a specification**. Disponível em <<http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif89a.txt>>. Acesso em Dez. de 2004-b.

W3C. **Draft - GIF or PNG**. Disponível em <<http://www.w3.org/QA/Tips/png-gif>>. Acesso em Dez. de 2004-c.

W3C. **PNG (Portable Network Graphics)**. Disponível em <<http://www.w3.org/Graphics/PNG/>>. Acesso em Dez. de 2004-d.

WEBOPEDIA. **Online Dictionary and Search Engine for Computer and Internet Technology Definitions**. Disponível em <<http://www.webopedia.com/>>. Acesso em Jan. de 2005.

WIKIPEDIA. **Free Encyclopedia**. Disponível em <<http://en.wikipedia.org/>> Acesso em Jan. de 2005.

ZARO M. A.; TIMM M. I. Desenvolvimento de hipermídia para ensinar e aumentar a criatividade: uma experiência pedagógica no Laboratório de Medições Mecânicas/UFRGS (LMM). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**, 28., 2001, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2001. (CD-ROM).

## **ANEXO A – DESCRIÇÃO DOS METACAMPOS DUBLIN CORE**



As tabelas *rep\_figuras*, *rep\_livros*, *rep\_multimídias*, *rep\_vídeos* e *rep\_animações*, que compõem a base de dados da aplicação ENGEIO, possuem os elementos definidos pela Dublin Core, conforme descrições abaixo:

- elemento *title*: armazena o nome da pesquisa (nome pelo qual é conhecida formalmente).
- elemento *creator*: traz o(s) responsável (eis) pela pesquisa. Pode ser representado por uma pessoa, organização, empresa, instituição,...
- elemento *subject*: armazena palavras-chave, frases chave ou códigos de classificação, que servem para descrever um tópico do conteúdo da pesquisa.
- elemento *description*: explica o conteúdo da pesquisa. Exemplos de descrição incluem mas não estão limitados a: um resumo, texto de explicação livre do conteúdo, referência a representação gráfica de conteúdo, ....
- elemento *publisher*: representa a entidade responsável por fazer a avaliação da pesquisa. Exemplos incluem uma pessoa, uma organização, um serviço.
- elemento *contributor*: inclui a entidade responsável por fazer contribuições para o conteúdo da pesquisa. Da mesma forma que o *publisher* podem ser representados por uma pessoa, uma organização ou um serviço.
- elemento *date*: é associado a data de algum evento do ciclo de vida da pesquisa. Pode ser a data de criação ou de avaliação (publicação) do trabalho.
- elemento *type*: denota a natureza ou o gênero do conteúdo da pesquisa. Inclui termos que descrevem categorias gerais, funções, gêneros ou níveis de agregação do conteúdo.
- elemento *format*: descreve a manifestação física ou digital da pesquisa. Pode incluir o tipo de mídia ou as dimensões da pesquisa e identificar o software, hardware ou outro equipamento necessário para disponibilizar ou desenvolver o trabalho.

- elemento *identifier*: é uma referência para pesquisa dentro de um dado contexto. Recomenda-se identificar a pesquisa por meio de strings ou números conforme o tipo de identificação formal do sistema. Inclui o URI (Uniform Resource Identifier) mas não são limitados por ele, incluindo URL, DOI, ISBN,...
- elemento *source*: é uma referência a outra pesquisa da qual a atual é derivada no todo ou em parte. Pode ser referenciada por *strings* ou números conforme um sistema de identificação formal.
- elemento *language*: armazena a linguagem do conteúdo intelectual da pesquisa. Utiliza alguns padrões como o RFC 3066.
- elemento *relation*: é uma referência a pesquisa. Entram aqui as referências bibliográficas ou de onde vieram os dados.
- elemento *coverage*: delimita a extensão ou escopo do conteúdo da pesquisa: localização espacial, período de tempo ou jurisdição.
- elemento *rights*: armazena as informações dos direitos intelectuais sobre a pesquisa ou conteúdo.

**ANEXO B – SCRIPT SQL PARA REPRODUÇÃO DO BANDO DE  
DADOS ENGEO**

```

/*
Script de criação do banco de dados da aplicação ENGE0
Host - IATE/MAIDE09 : Database - engeo
*****
Server version 4.0.20-standard
*/

SET FOREIGN_KEY_CHECKS=0;

create database if not exists `engeo`;

use `engeo`;

/*
Table structure for dicionario
*/

drop table if exists `dicionario`;
CREATE TABLE `dicionario` (
  `expressao` varchar(255) NOT NULL default '',
  `significado` text NOT NULL,
  `letra` char(1) NOT NULL default '',
  `ID` int(11) NOT NULL auto_increment,
  PRIMARY KEY (`ID`)
) TYPE=InnoDB ROW_FORMAT=DYNAMIC;

/*
Table structure for disciplina
*/

drop table if exists `disciplina`;
CREATE TABLE `disciplina` (
  `disciplina` varchar(50) NOT NULL default '',
  `identifier` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `ementa` longtext,
  `carga_horaria` varchar(19) default NULL,
  `creditos` decimal(10,0) NOT NULL default '0',
  `metodologia` longtext NOT NULL,
  `frequencia` longtext NOT NULL,
  `avaliacao` longtext NOT NULL,
  `sumula` varchar(255) NOT NULL default '',
  `pre_requisitos` varchar(100) NOT NULL default '',
  `professor` varchar(100) NOT NULL default '',
  `bibliografia` longtext NOT NULL,
  `programa` longtext NOT NULL,
  `objetivos` varchar(255) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (`identifier`),
  UNIQUE KEY `identifier` (`identifier`)
) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for links
*/

drop table if exists `links`;
CREATE TABLE `links` (
  `texto` varchar(255) NOT NULL default '',
  `link` varchar(255) NOT NULL default '',
  `data` varchar(30) NOT NULL default '',
  `descricao` text NOT NULL,
  `ID_DISCIPLINA` int(11) NOT NULL default '1',

```

```

        `ID` int(11) NOT NULL auto_increment,
        PRIMARY KEY (`ID`),
        KEY `ID_DISCIPLINA` (`ID_DISCIPLINA`)
    ) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for mural
*/

drop table if exists `mural`;
CREATE TABLE `mural` (
    `titulo` varchar(255) NOT NULL default '',
    `texto` longtext NOT NULL,
    `data` varchar(100) NOT NULL default '',
    `ID` int(11) NOT NULL auto_increment,
    PRIMARY KEY (`ID`)
) TYPE=InnoDB ROW_FORMAT=DYNAMIC;

/*
Table structure for notas
*/

drop table if exists `notas`;
CREATE TABLE `notas` (
    `nome_completo` varchar(255) NOT NULL default '',
    `id_user` int(11) NOT NULL default '0',
    `nota` varchar(100) NOT NULL default '00',
    `tipo_aval` varchar(100) NOT NULL default '',
    `ID` int(5) NOT NULL auto_increment,
    PRIMARY KEY (`ID`),
    KEY `id_user` (`id_user`),
    CONSTRAINT `notas_ibfk_1` FOREIGN KEY (`id_user`) REFERENCES `usuarios`
(`ID`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE
) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for rep_animacoes
*/

drop table if exists `rep_animacoes`;
CREATE TABLE `rep_animacoes` (
    `identificador` int(11) NOT NULL auto_increment,
    `title` varchar(255) default NULL,
    `creator` varchar(255) NOT NULL default '',
    `subject` varchar(255) NOT NULL default '',
    `description` varchar(255) NOT NULL default '',
    `publisher` varchar(255) NOT NULL default '',
    `contributor` varchar(255) NOT NULL default '',
    `date` varchar(50) default NULL,
    `type` varchar(255) default NULL,
    `format` varchar(255) default NULL,
    `source` varchar(255) default NULL,
    `language` varchar(50) default NULL,
    `relation` varchar(255) default NULL,
    `tipo` int(1) NOT NULL default '1',
    `coverage` varchar(50) default NULL,
    `rights` varchar(255) default NULL,
    `acesso_eletronico` varchar(255) default '',
    PRIMARY KEY (`identificador`),
    KEY `tipo` (`tipo`),

```

```

        CONSTRAINT `rep_animacoes_ibfk_1` FOREIGN KEY (`tipo`) REFERENCES
`rep_classifica` (`identifiek`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE
) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for rep_artigos
*/

drop table if exists `rep_artigos`;
CREATE TABLE `rep_artigos` (
  `identifiek` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `creator` varchar(255) NOT NULL default '',
  `title` varchar(255) default NULL,
  `descricao` varchar(255) default NULL,
  `publisher` varchar(255) NOT NULL default '',
  `date` varchar(50) default NULL,
  `subject` varchar(255) default NULL,
  `coverage` varchar(255) default NULL,
  `type` varchar(255) default NULL,
  `format` varchar(255) default NULL,
  `source` varchar(255) default NULL,
  `language` varchar(255) default NULL,
  `relation` varchar(255) default NULL,
  `acesso_eletronico` varchar(255) default '',
  `tipo` int(1) NOT NULL default '0',
  `rights` varchar(255) default '',
  `contributor` varchar(255) default NULL,
  PRIMARY KEY (`identifiek`),
  KEY `tipo` (`tipo`),
  CONSTRAINT `rep_artigos_ibfk_1` FOREIGN KEY (`tipo`) REFERENCES
`rep_classifica` (`identifiek`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE NO ACTION
) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for rep_classifica
*/

drop table if exists `rep_classifica`;
CREATE TABLE `rep_classifica` (
  `identifiek` int(1) NOT NULL auto_increment,
  `tipo` varchar(100) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (`identifiek`)
) TYPE=InnoDB;

/*
Table structure for rep_figuras
*/

drop table if exists `rep_figuras`;
CREATE TABLE `rep_figuras` (
  `identifiek` int(255) NOT NULL auto_increment,
  `title` varchar(255) default '',
  `creator` varchar(255) default NULL,
  `subject` varchar(255) default NULL,
  `description` text,
  `publisher` varchar(255) default NULL,
  `contributor` varchar(255) default NULL,
  `date` varchar(50) default '',
  `type` varchar(255) default '',
  `format` varchar(255) default '',
  `source` varchar(255) default '',

```

```

`language` varchar(100) default '',
`relation` varchar(255) default '',
`coverage` varchar(100) default '',
`tipo` int(11) NOT NULL default '1',
`rights` varchar(100) default '',
`acesso_eletronico` varchar(100) default '',
PRIMARY KEY (`identifiaer`),
KEY `tipo` (`tipo`),
CONSTRAINT `rep_figuras_ibfk_1` FOREIGN KEY (`tipo`) REFERENCES
`rep_classifica` (`identifiaer`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE
) TYPE=InnoDB;

```

```

/*
Table structure for rep_livros
*/

```

```

drop table if exists `rep_livros`;
CREATE TABLE `rep_livros` (
  `identifiaer` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `creator` varchar(255) NOT NULL default '',
  `title` varchar(255) default NULL,
  `descricao` varchar(255) default NULL,
  `publisher` varchar(255) NOT NULL default '',
  `date` varchar(50) default NULL,
  `subject` varchar(255) default NULL,
  `coverage` varchar(255) default NULL,
  `type` varchar(255) default NULL,
  `format` varchar(255) default NULL,
  `source` varchar(255) default NULL,
  `language` varchar(50) default NULL,
  `relation` varchar(255) default NULL,
  `acesso_eletronico` varchar(255) default '',
  `tipo` int(11) NOT NULL default '1',
  `rights` varchar(255) default '',
  `contributor` varchar(255) default NULL,
  PRIMARY KEY (`identifiaer`),
  KEY `tipo` (`tipo`)
) TYPE=InnoDB;

```

```

/*
Table structure for rep_material
*/

```

```

drop table if exists `rep_material`;
CREATE TABLE `rep_material` (
  `material` varchar(150) NOT NULL default '',
  `ID_MATERIAL` int(11) NOT NULL auto_increment,
  PRIMARY KEY (`ID_MATERIAL`)
) TYPE=InnoDB ROW_FORMAT=DYNAMIC;

```

```

/*
Table structure for rep_multimidias
*/

```

```

drop table if exists `rep_multimidias`;
CREATE TABLE `rep_multimidias` (
  `identifiaer` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `title` varchar(255) NOT NULL default '',
  `creator` varchar(255) default NULL,
  `subject` varchar(255) default NULL,
  `description` varchar(255) default NULL,

```

```

`date` varchar(50) default NULL,
`format` varchar(255) default NULL,
`contributor` varchar(255) default NULL,
`publisher` varchar(255) default NULL,
`type` varchar(255) default NULL,
`detalhes_tecnicos` varchar(255) default NULL,
`coverage` varchar(255) default NULL,
`acesso_eletronico` varchar(255) default '',
`rights` varchar(255) default '',
`source` varchar(255) default NULL,
`tipo` int(1) default '0',
`relation` varchar(255) default NULL,
`language` varchar(50) default NULL,
PRIMARY KEY (`identificador`),
KEY `tipo` (`tipo`),
CONSTRAINT `rep_multimidia_ibfk_1` FOREIGN KEY (`tipo`) REFERENCES
`rep_classifica` (`identificador`)
) TYPE=InnoDB;

```

```

/*
Table structure for rep_videos
*/

```

```

drop table if exists `rep_videos`;
CREATE TABLE `rep_videos` (
  `identificador` int(5) NOT NULL auto_increment,
  `title` varchar(255) default NULL,
  `creator` varchar(255) default '',
  `subject` varchar(255) default '',
  `description` varchar(255) default '',
  `publisher` varchar(255) default '',
  `contributor` varchar(255) default '',
  `date` varchar(50) default NULL,
  `type` varchar(255) default NULL,
  `format` varchar(255) default NULL,
  `source` varchar(255) default NULL,
  `language` varchar(255) default NULL,
  `relation` varchar(255) default NULL,
  `coverage` varchar(255) default NULL,
  `tipo` int(2) NOT NULL default '0',
  `rights` varchar(255) default NULL,
  `tempo_total` varchar(50) default NULL,
  `tempo_inicial` varchar(50) default NULL,
  `acesso_eletronico` varchar(255) default '',
  PRIMARY KEY (`identificador`),
  KEY `tipo` (`tipo`),
  CONSTRAINT `rep_videos_ibfk_2` FOREIGN KEY (`tipo`) REFERENCES
`rep_classifica` (`identificador`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE
) TYPE=InnoDB;

```

```

/*
Table structure for usuarios
*/

```

```

drop table if exists `usuarios`;
CREATE TABLE `usuarios` (
  `user` varchar(100) NOT NULL default '',
  `senha` varchar(100) NOT NULL default '',
  `nome_completo` varchar(100) NOT NULL default '',
  `tipo_privilegio` varchar(30) NOT NULL default '',
  `email` varchar(100) NOT NULL default '',

```



```
`ID` int(11) NOT NULL auto_increment,  
PRIMARY KEY (`ID`),  
UNIQUE KEY `user` (`user`)  
) TYPE=InnoDB;
```

```
SET FOREIGN_KEY_CHECKS=1;
```