

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÓDULO DE AMBIENTE
VIRTUAL PARA APLICAÇÃO EM EDUCAÇÃO À
DISTÂNCIA**

**FABRISIA ALMEIDA GARCIA
LUISE XAVIER ASSAD**

ORIENTADOR: RAFAEL TIMÓTEO DE SOUSA JÚNIOR

**PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
REDES DE COMUNICAÇÃO**

PUBLICAÇÃO: UnB.LabRedes.PFG06/2002

BRASÍLIA / DF: AGOSTO/2002

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÓDULO DE AMBIENTE
VIRTUAL PARA APLICAÇÃO EM EDUCAÇÃO À
DISTÂNCIA**

**FABRISIA ALMEIDA GARCIA
LUISE XAVIER ASSAD**

PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO.

APROVADA POR:

**RAFAEL TIMÓTEO DE SOUSA JÚNIOR, Doutor, UnB
(ORIENTADOR)**

**CLÁUDIA JACY BARENCO, Doutora, UnB
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 30 DE AGOSTO DE 2002.

FICHA CATALOGRÁFICA

ASSAD, LUISE XAVIER. E GARCIA, FABRISIA ALMEIDA.
Implementação de um Módulo de Ambiente Virtual para Aplicação em Educação à Distância
[Distrito Federal] 2002.
xii, 62p., 297 mm (ENE/FT/UnB, Engenheiro de Redes de Comunicação, Engenharia Elétrica, 2002).

Projeto Final de Graduação – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Ensino a distancia 2. Realidade Virtual
3. VRML (Virtual Reality Modeling Language)

I. ENE/FT/UnB. II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSAD, L. X. E GARCIA, F. A. (2002). Implementação de um Módulo de Ambiente Virtual para Aplicação em Educação à Distância. Publicação UnB.LabRedes.PFG06/2002, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 75p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Fabrisia Almeida Garcia, Luise Xavier Assad.
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÓDULO DE AMBIENTE VIRTUAL PARA APLICAÇÃO EM EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA
GRAU/ANO: Engenheiro de Redes de Comunicação/2002.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Fabrisia Almeida Garcia
SHCES 207 bloco D Apartamento 106
Cruzeiro Novo
CEP 70650274 – Brasília – DF - Brasil

Luise Xavier Assad
SQN 202 bloco F Apartamento 201
Asa Norte
CEP 70832060 – Brasília – DF - Brasil

Aos nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador Prof. Dr. Rafael Timóteo de Sousa Júnior, pelo apoio, incentivo, dedicação e amizade essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para o nosso desenvolvimento como pesquisadoras.

Aos bolsistas do Laboratório de Engenharia de Redes de Comunicação – LabRedes da Universidade de Brasília, em especial ao Robson Albuquerque que nos ajudou, durante todo o processo de finalização do projeto.

Aos nossos amigos formandos, pelo constante apoio e solidariedade durante estes cinco anos. O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, uma entidade do Governo Brasileiro voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico, sendo o autor colaborador voluntário do projeto INFOVIA de Brasília, projeto de rede metropolitana de alta velocidade, com o apoio financeiro do CNPq/ProTem-CC e do Comitê Gestor da Internet no Brasil.

Os aplicativos *Internet Space Builder* e do *VRMLPad 2.0*, ambos softwares da *ParallelGraphics*, foram adquiridos com recursos do Curso de Especialização em Telemática e Redes Multiserviço do departamento de Engenharia elétrica, a quem agradecemos.

A todos, os nossos sinceros agradecimentos.

RESUMO

Hoje em dia, com o surgimento de tecnologias interativas sofisticadas, a aplicação da realidade virtual se tornou mais tangível. A utilização dessa nova ferramenta trouxe uma grande agilidade para as formas de ensino à distância conhecidas hoje. A realidade virtual como uma nova forma de comunicação e expressão se adaptou perfeitamente na filosofia da educação à distância.

O uso desse instrumento é uma idéia bastante recente, no entanto o interesse nesta área está aumentando rapidamente. Um crescente número de professores já está adotando este novo meio e a cada dia novos projetos nessa área são desenvolvidos no mundo todo.

O trabalho descrito nesta dissertação teve como foco principal a utilização da realidade virtual como uma ferramenta facilitadora do ensino à distância. Foi desenvolvido o laboratório do curso de Redes de Comunicação da Universidade de Brasília em VRML e criado uma biblioteca onde se pode acessar diversas teses de projetos na área de Engenharia de Redes de Comunicação, além de ter sido criado um acesso ao projeto final de graduação do Campus Virtual.

ABSTRACT

Nowadays, with the sprouting of sophisticated interactive technologies, the application of virtual reality has become more tangible. The use of this new tool has brought a great agility for the known forms of long-distance education. Virtual reality as a new form of communication and expression has adapted perfectly to the philosophy of this kind of education.

The use of this instrument is a very recent idea; however the interest in this area is increasing very fast. A rising number of professors are already adopting this new method and new projects are developed in this area on a daily basis.

The work described in this thesis has its main focus in the use of virtual reality as a tool that facilitates long-distance education. It was developed a virtual laboratory of the Network Communication Engineering course of the University of Brasilia using VRML as a modeling language. In addition, we create a library where you can have access to a number of theses of projects in the area of Network Communication, besides having been created a link to the Virtual Campus project.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA.....	3
2.1. Histórico da Educação à Distância.....	4
2.2. Educação à Distância No Brasil.....	5
2.3. Características da Educação à Distância.....	9
3. REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO.....	10
3.1.1. Benefícios da RV na educação.....	10
3.1.2. RV na Educação à Distância.....	11
3.2. Visão Geral da Realidade Virtual.....	12
3.2.1. Caracterização da Realidade Virtual.....	13
3.3. Tipos de sistemas de Realidade Virtual.....	14
3.3.1. Window on World Systems (WoW).....	14
3.3.2. Video Mapping.....	14
3.3.3. Sistemas Imersivos.....	14
3.3.4. Telepresença.....	15
3.3.5. Realidade mista.....	15
3.4. Dispositivos de Realidade Virtual.....	15
3.4.1. Dispositivos de Visão.....	16
3.4.2. Dispositivos de Rastreamento.....	16
3.5. Modelagem de Mundos Virtuais.....	18
3.5.1. Modelagem Geométrica.....	19
3.5.2. Modelagem Cinemática.....	19
3.5.3. Modelagem Física.....	19
3.5.4. Comportamento do Objeto.....	19
3.5.5. Segmentação e Alteração de Detalhes.....	20
4. TECNOLOGIAS DE SUPORTE À REALIDADE VIRTUAL.....	22
4.1. A Linguagem VRML.....	22
4.2. Características da linguagem.....	23
4.3. Estruturação da Linguagem.....	25
4.3.1. Tipos de Nós.....	26
4.4. Editores VRML.....	32
5. IMPLEMENTAÇÃO DO LABREDES VIRTUAL.....	36
5.1. Reconhecimento do Ambiente.....	36
5.1.1. Estrutura do LabRedes.....	36
5.2. Concepção de Objetos e Desenvolvimento do Mundo Virtual.....	39
5.3. Aplicativos de Educação à Distância.....	41
5.3.1. Campus Virtual.....	41
5.3.2. Biblioteca de Teses e Monografias.....	42
6. UTILIZANDO O LABREDES VIRTUAL NA WEB.....	44
6.1. Projeto LabRedes Virtual.....	45
6.1.1. Laboratório de Redes de Comunicação.....	45
6.1.2. Alunos.....	46
6.1.3. Orientador.....	47
6.1.4. Monografia.....	48
6.2. Educação à Distância.....	49

6.3.	Realidade Virtual.....	50
6.3.1.	Visão Geral.....	50
6.3.2.	RV na Educação.....	51
6.3.3.	Linguagem VRML.....	52
6.4.	LabRedes Virtual.....	53
6.4.1.	LabRedes Virtual.....	53
6.4.2.	Biblioteca de Teses e Monografias.....	55
6.5.	VRML.....	56
6.5.1.	Plug-ins.....	56
6.5.2.	Editores de VRML.....	57
6.5.3.	Dicas de Navegação.....	58
7.	CONCLUSÃO.....	59
8.	BIBLIOGRAFIA.....	61

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARAÇÃO ENTRE HTML E VRML.....	22
TABELA 2 - HISTÓRICO DO VRML.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRAÇÃO 3-1 SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE RV [8].....	18
ILUSTRAÇÃO 4-1 EXEMPLO DE UM ORGANOGRAMA.....	26
ILUSTRAÇÃO 4-2 TIPOS DE NÓS.....	27
ILUSTRAÇÃO 4-3 AC3D MODELLER	33
ILUSTRAÇÃO 4-4 CITEMAP BUILDER	34
ILUSTRAÇÃO 4-5 INTERNET SPACE BUILDER.....	35
ILUSTRAÇÃO 5-1 LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO.....	37
ILUSTRAÇÃO 5-2 SALA DE AULA INFORMATIZADA E LABORATÓRIO DE SISTEMAS OPERACIONAIS E PROTOCOLOS.....	38
ILUSTRAÇÃO 5-3 LABORATÓRIO DE PROJETOS DE REDES E TÉCNICAS AVANÇADAS DE COMUNICAÇÃO.....	38
ILUSTRAÇÃO 5-4 CENTRO DE REDES E LABORATÓRIO DE GERÊNCIA E SEGURANÇA DE REDES	39
ILUSTRAÇÃO 5-5 PERSPECTIVA DO “OBJETO” DO INTERNET SPACE BUIDER.....	40
ILUSTRAÇÃO 5-6 TELA DO VRMLPAD 2.0.....	41
ILUSTRAÇÃO 5-7 TELA INICIAL DO CAMPUS VIRTUAL	42
ILUSTRAÇÃO 5-8 VISUALIZAÇÃO DA BIBLIOTECA DE TESES NO LABREDES VIRTUAL.....	43
ILUSTRAÇÃO 6-1 TELA INICIAL DA PAGINA DO LABREDES VIRTUAL	44
ILUSTRAÇÃO 6-2 TELA LABREDES	45
ILUSTRAÇÃO 6-3 TELA DE ALUNOS ENVOLVIDOS NO PROJETO.....	46
ILUSTRAÇÃO 6-4 TELA DE ORIENTADOR DO PROJETO	47
ILUSTRAÇÃO 6-5 TELA MONOGRAFIA	48
ILUSTRAÇÃO 6-6 TELA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA.....	49
ILUSTRAÇÃO 6-7 TELA VISÃO GERAL DE RV	50
ILUSTRAÇÃO 6-8 TELA RV NA EDUCAÇÃO	51
ILUSTRAÇÃO 6-9 TELA LINGUAGEM VRML	52
ILUSTRAÇÃO 6-10 TELA LABREDES VIRTUAL.....	53
ILUSTRAÇÃO 6-11 TELA CAMPUS VIRTUAL	54
ILUSTRAÇÃO 6-12 TELA BIBLIOTECA DE TESES E MONOGRAFIAS.....	55
ILUSTRAÇÃO 6-13 TELA PLUG-INS DE VRML.....	56
ILUSTRAÇÃO 6-14 TELA EDITORES DE MUNDOS VIRTUAIS EM VRML.....	57
ILUSTRAÇÃO 6-15 TELA DE DICAS DE NAVEGAÇÃO EM MUNDOS VIRTUAIS UTILIZANDO O PLUG- IN CORTONA VRML CLIENT	58

1. INTRODUÇÃO

As novas tecnologias da informação referem-se ao uso conjunto e integrado de uma variedade de tecnologias, dentre as quais se destacam o software, as redes de computadores, os bancos de dados e os sistemas de comunicação. As novas tecnologias estão presentes em praticamente todos os setores da vida moderna da sociedade, mas é na Internet que seu uso se torna mais visível atualmente. A Internet pode ser vista como um gigantesco arquivo e provedor de informação, além de possibilitar o uso integrado de texto, hipertexto, som, vídeo e imagem. Essas características fazem dela um poderoso instrumento para o processo de ensino e aprendizado. Isso é largamente reconhecido pela comunidade acadêmica, e inúmeros educadores têm se dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento de metodologias para o uso efetivo e otimizado da Internet na educação.

O Ensino a Distância é um sistema tecnológico de comunicação bidirecional, que pode ser massivo, e que substitui a interação pessoal, na sala de aula, de professor e aluno. Recentes pesquisas comprovam que quando o estudante passa a dirigir a maior parte de seu processo de aprendizagem, os resultados são sensivelmente superiores aos daqueles alunos que não estudam porque querem, mas por que são obrigados pelo próprio regime e estrutura do ensino tradicional. Com a utilização das novas tecnologia da informação, novos conceitos de educação à distância passam a surgir e novas maneiras de otimizá-lo começam a tomar forma. Hoje com o massificação da Internet, cada vez mais as formas de educação à distância estão atreladas a essa tecnologia, pois ela é fácil de usar, é bastante confiável, além de ser amplamente disponível a qualquer usuário.

Até meados da década de 90 a Internet era completamente plana, e toda a informação visual com conteúdo tridimensional era representada através do recurso da perspectiva. Isso mudou com o surgimento da VRML, *Virtual Reality Modeling Language*, a linguagem da realidade virtual para a Internet. Essa linguagem permite o desenvolvimento de modelos tridimensionais, interativos, passíveis de serem veiculados através da Internet. Por ser uma opção não proprietária, a utilização dessa linguagem foi difundida na comunidade acadêmica, proporcionando ferramenta adicional às formas de educação à distância.

Este trabalho apresenta uma visão geral sobre tecnologias associadas à realidade virtual e como utilizar essa poderosa ferramenta no ensino à distância. Utilizando a linguagem VRML

e seus diversos editores foi desenvolvido nesse projeto o Laboratório Virtual do curso de Engenharia de Redes de Comunicação da Universidade de Brasília, que será um meio de ligação e apresentação de uma Biblioteca de Teses juntamente com o Campus Virtual.

2. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

"Educação à Distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação" [23].

A educação à distância é um recurso de incalculável importância como modo apropriado para atender a grandes contingentes de alunos, de forma mais efetiva que outras modalidades, e, sem riscos de reduzir a qualidade dos serviços oferecidos em decorrência da ampliação da clientela atendida.

A principal inovação das últimas décadas na área da educação foi a criação, a implantação e o aperfeiçoamento de uma nova geração de sistemas de educação à distância, que começaram a abrir possibilidades de se promover oportunidades educacionais para grandes contingentes populacionais, não mais tão somente a partir de critérios quantitativos, mas principalmente a partir de noções de qualidade, flexibilidade, liberdade e crítica.

Os primeiros modelos dessa nova geração se desenvolveram simultaneamente em muitos lugares, mas o maior sucesso ocorreu na Inglaterra, na década de 70, por isso essa iniciativa passou a ser referência mundial. Mais de dois milhões de pessoas até hoje já estudaram na *Open University*, sendo que atualmente estão matriculados cerca de 160 mil alunos regulares, com 40 mil alunos em cursos de pós-graduação, e 60 mil em cursos extracurriculares. Êxito similar alcançou também as universidades abertas da Espanha e da Venezuela, que oferecem igual número de cursos e atendem a maior número de alunos [4].

Além da democratização, a educação à distância apresenta notáveis vantagens sob o ponto de vista da eficiência e qualidade, mesmo quando há um grande volume de alunos ou se observa, em curtos prazos, o crescimento vertiginoso da demanda por matrículas.

A educação à distância é voltada especialmente para adultos que, em geral, já estão no mundo do trabalho e não dispõem de tempo suficiente para estudar, a fim de completar sua formação básica ou mesmo fazer um novo curso. Esse tipo de aluno, tendo em mãos um material didático de alta

qualidade, pode estudar do princípio ao fim toda a matéria de cada programa, realizando sucessivas auto-avaliações, até sentir-se em condições de se apresentar para exames de proficiência.

Para maximizar as vantagens da educação à distância, há a necessidade da utilização de um arsenal específico (meios de comunicação, técnicas de ensino, metodologias de aprendizagem, processos de tutoria), obedecendo a certos princípios básicos de qualidade.

Contudo, os estudiosos da área afirmam que para maior sucesso pedagógico, há necessidade de se tomar vários cuidados. Hoje em dia, um curso a distância já não é mais um curso por correspondência unidirecional, em que se enviam livros e outros textos pelo correio e se espera que o aluno já saiba estudar e aprender. É preciso cercar-se de uma multiplicidade de recursos para alcançar êxito. Primeiro, mesmo em lugares onde uma das ênfases da escola é **ensinar a aprender**, desenvolvem-se materiais de alta qualidade para ensinar a estudar - e, particularmente, a estudar sozinho. Além disso, combinam-se textos bem elaborados e adequados, vídeos, fitas de áudio, programas transmitidos pelo rádio e pela televisão e assistência de tutores em centros de apoio, onde se estabelecem relações entre os alunos e entre estes e os seus tutores. Há, ainda, os grandes recursos do computador, da videoconferência, do telefone e do fax, que podem assegurar a indispensável interatividade. E, dentre todas as demais características dos novos processos de educação, este conceito: a interatividade é talvez o mais importante. Mas, para podermos chegar a colocá-lo na equação devida, vamos analisar com um pouco mais de atenção o processo de desenvolvimento da educação à distância [10].

2.1. HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Pode-se pensar em Educação à Distância (EAD) a partir da invenção da imprensa, por Gutenberg, no século quinze [22]. Naquele momento, começou a ser possível reproduzir e distribuir conhecimentos sem a presença física do professor.

A primeira geração de sistemas de EAD baseou-se no Ensino por Correspondência. A expansão dos correios, unida à demanda por uma força de trabalho tecnicamente mais capacitada, permitiu o crescimento desta modalidade de ensino. Apesar do mérito dessa iniciativa pioneira, o ensino era baseado unicamente em material impresso e os resultados

medidos por tarefas resolvidas. Desta forma, a interação entre aluno e professor, essencial para o aprendizado, era excessivamente lenta.

Na segunda geração de sistemas de EAD o rádio e a televisão foram introduzidos como meios de comunicação. Com a tele-educação, houve uma considerável melhoria na interatividade, assim como uma flexibilização com relação ao tempo e ao local de estudo, embora os locais ainda fossem limitados a centros ou núcleos de recepção organizada. O modelo teórico de EAD caracterizava-se pela adoção das teorias comportamentalistas.

A terceira geração de sistemas de EAD introduziu o uso de novas mídias para a representação do conhecimento; tais como vídeos, animações e arquivos digitais, distribuídos através de redes de computadores. Com isso, aumentou-se a flexibilidade de locais de estudo, de forma que o aluno pôde passar a estudar em casa ou no trabalho. O modelo teórico desta geração de EAD foi influenciado pela concepção humanista, que valoriza a iniciativa pessoal, o autodidatismo, o papel do professor como orientador, e a necessidade de organização criteriosa do material didático e de uma visão global do conhecimento.

A geração atual de sistemas de EAD surgiu com a popularização dos computadores pessoais e foi fortemente influenciada pelos aspectos interativos dos softwares destes equipamentos. O modelo teórico de EAD enfatiza a interação entre aluno e professor através da mediação do computador. Desta forma a educação à distância volta-se para a comunicação entre os homens, tendo a tecnologia como um meio para o alcance da aprendizagem colaborativa e do trabalho em conjunto, superando as barreiras do tempo e do espaço.

2.2. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA NO BRASIL

No Brasil, em 1923, foi criada a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, por um grupo liderado por Henrique Morize e Roquete Pinto [2], um dos objetivos centrais da emissora era promover a educação pelo rádio. Em 1937 foi criado Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação [11].

Desde a fundação do Instituto RádioTécnico Monitor, em 1939, e depois do Instituto Universal Brasileiro, em 1941, várias experiências foram levadas a termo com relativo sucesso. Porém, por muitos anos as empresas que promoveram cursos por correspondência. Também se destacaram a Escolas por Correspondência Dom Bosco; Cursos Guanabara de Ensino Livre; Escola Mundial de Cultura Técnica, e Escolas Internacionais foram as únicas oportunidades de ensino de muitos habitantes do interior do país.

Em 1946, o SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - iniciou em suas atividades e desenvolveu, no Rio de Janeiro e São Paulo, a Universidade do Ar, que em 1950 já atingia 318 localidades.[2]

O SENAI de São Paulo criou experimentalmente em 1978, com operação regular a partir de 1980, o programa Auto-instrução com Monitoria (AIM), caracterizando-o como um esquema operacional de Ensino a Distância, que envolve uma série de programações auto-instrutivas. Desde então, mantém um curso de Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico, cursos de matemática básica e cursos de eletrônica, estando em fase de preparação cursos de tecnologia mecânica, usinagem, elementos de máquinas, resistência dos materiais, eletrotécnica básica e formação de microempresários. A partir dessa experiência, o SENAI tem ampliado sua base geográfica de ação e, com as novas perspectivas abertas com a regulamentação do ensino técnico a distância, certamente irão multiplicar esses esforços, diversificando seus cursos e parceiros.

A Petróleo Brasileiro S.A. -PETROBRAS, desenvolveu, a partir de 1975, o Projeto ACESSO, com a finalidade de proporcionar a escolarização em nível de 1º. e 2º. Grau a seus funcionários e de oferecer profissionalização específica para a área de petróleo. Esse projeto foi desenvolvido pelo Centro de Ensino Técnico de Brasília-CETEB, que desenvolveu a metodologia, elaborou os módulos e tem acompanhado todo o processo de implantação e desenvolvimento dos cursos. Para uma clientela adulta, na faixa de 20 a 40 anos de idade, com interrupção de estudos há mais de cinco anos, foi levado um curso de educação geral, de acordo com os currículos do ensino supletivo, e profissionalização específica para a indústria petrolífera [22].

Entre 1989 e 1996, em Brasília, esteve em gestão a primeira fase do Instituto Nacional de Educação à Distância – INED, uma organização não governamental dedicada à pesquisa e a difusão de conhecimentos na área de educação à distância. Essa entidade editou e publicou a

segunda revista brasileira exclusivamente dedicada ao tema da educação à distância (a primeira provavelmente é a revista Tecnologia Educacional, até hoje publicada pela Associação Brasileira de Tecnologia Educacional – ABT). Além disso, foi responsável pela elaboração e acompanhamento de um curso sobre a elaboração das leis orgânicas municipais, com mais de 200.000 participantes, promovidos pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. Realizou um curso sobre cidadania para o Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (Educação para a Cidadania) e desenvolveu uma série de estudos visando a implantação de programas de educação à distância para a Escola de Administração Fazendária (ESAF) e Prefeitura de Curitiba, entre outros. Atualmente o INED, agora denominado Instituto Nacional de Educação para o Desenvolvimento, se organiza para desenvolver programas variados de educação à distância e de pesquisa em novas tecnologias para a educação e para o desenvolvimento sustentável com foco nas relações sociais, econômicas e políticas das comunidades locais.

A Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências - FUNBEC desenvolveu, em 1990 e 1991, com o apoio do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos - INEP, o Curso de Matemática por Correspondência, dirigido a professores de 1º grau. O curso foi veiculado pelo Jornal do Professor, editado pelo INEP.

O Centro de Ensino Tecnológico de Brasília - CETEB, unidade da Fundação Brasileira de Educação - FUBRAE, desde 1973 tem desenvolvido projetos de educação semi-direta, notadamente para a formação e aperfeiçoamento de professores em serviço. Foi responsável pela execução do Projeto LOGOS II do Ministério da Educação, para a qualificação de professores leigos, iniciado em 1976 em 19 estados brasileiros. Esse programa de formação de professores foi organizado com base em materiais impressos (módulos) entregues aos professores (alunos), que recebiam supervisão de um orientador de aprendizagem local e podiam tirar dúvidas também através de cartas, telefonemas ou diretamente, quando recebiam as visitas de professores do CETEB. A partir de 1982 esse curso foi operacionalizado de forma descentralizada, cabendo a cada estado definir o modo de execução do mesmo. Em 1977, o CETEB firmou convênio com o Serviço Nacional de Formação Profissional Rural – SENAR, para a operacionalização do Curso de Aperfeiçoamento a Distância para Instrutores de Formações Profissionais Rural, destinados especialmente a funcionários de empresas públicas estaduais de extensão e assistência técnica rural. Na República de Moçambique, em 1993, o CETEB iniciou um programa de consultoria e apoio técnico para a criação do Núcleo

de Educação à distância do Ministério da Educação daquele país africano. Outra entidade da mesma FUBRAE, o Centro Educacional de Niterói-CEN, também teve atuação pioneira. Entre 1983 e 1987 foi o responsável pela elaboração e execução de um programa de educação à distância para a especialização e aperfeiçoamento de professores da Secretaria de Educação do estado de Goiás.

Uma das primeiras experiências universitárias de educação à distância no Brasil foi iniciada pela Universidade de Brasília - UNB em meados da década de 1970. Na época, motivada pelo sucesso da iniciativa Britânica, com a Open University, a Unb pretendia ser a Universidade Aberta do Brasil. Adquiriram todos os direitos de tradução e publicação dos materiais daquela universidade e começou a produzir também alguns cursos, na área de ciência política.

Entre 1981 e 1984 esse programa da UNB, ao que consta, ficou hibernando, atendendo de forma burocrática e administrativa as demandas por cursos, contabilizando as inscrições dos alunos e enviando certificados por meio dos correios. A partir de 1985, quando a Universidade retomou seu rumo democrático, o projeto de educação à distância foi reiniciado. Em 1986, a UNB promoveu um curso sobre a Constituição, que estava por ser elaborada, organizou grupos de estudo e levou o debate constitucional a mais de 100.000 participantes do curso, em todo o país. Logo em seguida, em 1987 e 1988, a Coordenadoria de Educação à distância passou a articular-se com as várias instituições latino-americanas de educação a distância, com o apoio financeiro da Organização dos Estados Americanos (projeto Edist/Prede), e com outras iniciativas brasileiras. Foi promovido um curso de capacitação de profissionais na área de educação à distância, dirigido pelo Professor Miguel Casas Armengol (primeiro reitor da Universidade Nacional Aberta da Venezuela), e, também, nesse período, foram elaborados vários cursos de extensão universitária (Direito Achado na Rua, Abuso de Drogas, Freud, Rousseau e vários outros). Em 1989, foi criado o Centro de Educação Aberta, Continuada e a Distância – CEAD, que também continuou a trajetória de produção de cursos de extensão universitária, produzindo os cursos: Política de Ciência e Tecnologia para a Década de 90; Introdução Crítica ao Direito do Trabalho; O Microcomputador Sem Mistérios, entre outros.

2.3. CARACTERÍSTICAS DA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

A Educação à Distância é caracterizada pela separação do professor e aluno no espaço e/ou tempo, pelo controle do aprendizado realizado mais intensamente pelo aluno do que pelo instrutor distante e finalmente pela comunicação entre alunos e professores é mediada por documentos impressos ou alguma forma de tecnologia.

Hoje em dia, com o surgimento de tecnologias interativas sofisticadas, educadores passaram a utilizar ferramentas como: e-mail, Internet, áudio - conferência baseada em telefone e videoconferências com um ou dois caminhos de vídeo e dois caminhos de áudio. Uma ferramenta da Internet que tem sido muito utilizada é o WWW, o qual possibilita a elaboração de Cursos à Distância com avançados recursos de multimídia.

3. REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO

A realidade virtual (RV) como uma nova forma de comunicação e expressão, pode ser utilizada como um poderoso instrumento a serviço da Educação. O uso desse instrumento é uma idéia bastante recente, no entanto o interesse nesta área está aumentando rapidamente. Um crescente número de professores já está adotando este novo meio, explorando modos de usá-lo para melhorar o ensino [1].

A realidade virtual tem potencial para dar uma sensação completa de realismo a um problema, colocando o estudante numa visão de mundo tridimensional e permitindo o uso do toque, da visão e da audição, o que justifica a utilização de ambientes virtuais no meio educacional uma vez que facilita a motivação, a criatividade, experiências em primeira pessoa, ensino-aprendizagem pela descoberta, controle do espaço e do tempo, desenvolvimento de capacidades e a superação de dificuldades.

3.1.1. Benefícios da RV na educação

Como citado anteriormente, a realidade virtual proporciona uma forte motivação aos estudantes, mas os seus benefícios não se limitam apenas à motivação. Os educadores encontram uma nova maneira de ensinar com eficiência, visto que a realidade virtual proporciona novas maneiras de visualizar as informações. Ela também promove uma maior interatividade com o objeto de estudo e como o aprendizado não está restrito a sala de aula, o estudante consegue imprimir o seu próprio ritmo ao aprendizado.

A RV pode ser usada para materializar informações. Em matemática, por exemplo, pode-se fazer um aluno "caminhar" sobre uma superfície que representa uma equação e a partir disto fazê-lo compreender conceitos como curvatura, ponto de inflexão, etc. Ela também permite aprendizado pela exploração ao invés da dedução, possibilitando uma análise detalhada muitas vezes impossível por outros meios.

A utilização de realidade virtual não é indicada para todos os casos na educação, por exemplo, ela não substitui a interação presencial com professores ou alunos. Mas existem casos que ela é altamente indicada, como na utilização de simulações, no uso de modelos que substituem

algo real que poderia ser desmotivador para o aprendiz, prejudicial ao ambiente, ou capaz de causar danos ao equipamento [8].

3.1.2. RV na Educação à Distância

Os avanços na área de computação indicam uma grande tendência para a educação à distância e a universalização da realidade virtual. As escolas estão se interligando, através de recursos de teleconferência, via correio eletrônico e comunidades virtuais. Os benefícios são enormes, desde a economia de escala até a diminuição de custos e a melhoria da aprendizagem. A questão central, no entanto, está na necessidade de transformar a educação à distância em aprendizagem distribuída. A aprendizagem distribuída pode ser entendida como um novo modelo educacional onde, com os recursos proporcionados pela Internet os educadores e estudantes poderão se comunicar efetivamente, trocando habilidades e conhecimentos.

Atualmente, a RV tornou-se uma importante tecnologia de apoio para o desenvolvimento de softwares para a educação à distância. Ela permite que estudantes e professores, separados fisicamente, se inter-relacionem uns com os outros dentro de uma aplicação educacional. Tal aplicação deve permitir que os alunos e professores de diferentes localizações interajam em um mundo virtual compartilhado, via uma rede de comunicação, com o objetivo de cooperação e de compartilhamento de recursos computacionais em tempo real, caracterizando este tipo de sistema como um ambiente virtual multiusuário - ambiente virtual compartilhado por vários usuários, na maioria das vezes distantes geograficamente.

O caso mais complexo do uso de RV na educação à distância é o uso de sistemas de tele-presença, onde se pode criar uma 'reunião virtual' entre o professor e os alunos. Nesta reunião o aluno vestiria um capacete equipado com um rastreador e "enxergaria" o professor como se este estivesse na sua frente. Diferente dos sistemas de videoconferência, no momento em que o aluno olhar para o lado, ao invés de ver sua sala, pode enxergar o seu colega que "virtualmente" está também assistindo aula [13]. Este tipo de tecnologia, apesar de custosa, já existe e, dependendo dos objetivos da instituição de ensino, sua aplicação pode ser bem justificada.

3.2. VISÃO GERAL DA REALIDADE VIRTUAL

O termo Realidade Virtual foi criado no MIT, no final da década de 1970, para expressar a idéia da presença humana num espaço gerado por computador. Caiu em uso comum para descrever os cenários de videogames e jogos de computador, foi usado mais tarde por Jaron Lanier para descrever a imersão de alguém num mundo virtual, pelo uso de um visor, com a interatividade realizada pelo Data Glove.

Realidade Virtual (RV) pode ser definida de uma maneira simplificada como sendo a forma mais avançada de interface do usuário de computador até agora disponível [6]. Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, senão em todas, e com um grande investimento das indústrias na produção de hardware, software e dispositivos de Entrada e Saída especiais, a realidade virtual vem experimentando um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indicando perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com a área.

Uma definição um pouco mais refinada de realidade virtual é a seguinte: "realidade virtual é uma forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos" [7]. Agrupando algumas outras definições de realidade virtual [8], pode-se dizer que realidade virtual é uma técnica avançada de interface, onde o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais.

A principal característica de um sistema de realidade virtual é o envolvimento humano através da imersão sensorial. Com parâmetros humanos envolvidos no sistema, a sua avaliação torna-se subjetiva, mas essencial em função das questões tecnológicas, da qualidade da aplicação, e do impacto psicológico e social.

A avaliação do sistema de realidade virtual deve ajudar a garantir que:

a) As capacidades e limitações dos seres humanos, bem como as necessidades específicas de determinadas tarefas, estarão sendo consideradas no projeto do sistema;

b) O hardware e o software estarão fornecendo o ambiente virtual com bom índice relacionado com custo e benefício;

c) A aplicação representará uma melhoria significativa na maneira de fazer coisas conhecidas ou permitirá fazer coisas novas que não tenham sido feitas até então.

3.2.1. Caracterização da Realidade Virtual

Como citado no item anterior, há várias definições aceitas para realidade virtual. Isto é devido, em parte, à natureza interdisciplinar da área, e também a sua evolução. De uma maneira ou de outra, os sistemas de realidade virtual acabaram vindo de sistemas computacionais de mesa, simuladores, sistemas de teleoperação e outros.

A realidade virtual também pode ser considerada como a junção de três idéias básicas imersão, interação e envolvimento [3]. Isoladamente, essas idéias não são exclusivas de realidade virtual, mas aqui elas coexistem.

A idéia de imersão está ligada com o sentimento de se estar dentro do ambiente. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização, mas existem também sistemas imersivos baseados em salas com projeções das visões nas paredes, teto, e piso. Além do fator visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controles reativos, etc. A visualização tridimensional através de monitor é considerada não imersiva.

A idéia de interação está ligada com a capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele (capacidade reativa). As pessoas gostam de ficar cativadas por uma boa simulação e de ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos.

A idéia de envolvimento, por sua vez, está ligada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa com determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro.

A realidade virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico.

3.3. TIPOS DE SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL

A principal distinção de sistemas de RV é o modo com que conectam ao usuário. Esta seção descreve algumas das modalidades comuns usadas em sistemas de RV.

3.3.1. Window on World Systems (WoW)

Alguns sistemas usam um monitor convencional do computador para representar o mundo visual. Isto às vezes é chamado de “*Desktop RV*” ou uma Janela para um mundo (WoW). Neste conceito, a tela é tratada como uma janela 2D que representa um mundo 3D da melhor forma possível.

3.3.2. Video Mapping

É uma versão do WoW onde a tela representa os olhos do espectador (visão em primeira pessoa)

3.3.3. Sistemas Imersivos

Esses sistemas inserem a visão do usuário no mundo virtual. Eles são geralmente equipados com óculos virtuais. Uma variação dos sistemas imersivos usa múltiplas projeções para criar um cômodo onde o usuário permanecerá.

3.3.4. Telepresença

Essa tecnologia liga sensores remotos aos sentidos de um operador humano. Ela é usada, por exemplo, por bombeiros que precisam controlar veículos remotamente em condições perigosas.

3.3.5. Realidade mista

Juntando-se a Telepresença com a realidade virtual tem-se a realidade mista. Nela os dados de entrada gerados por computador são mescladas com dados da tele presença e/ou com a visão do mundo real. Um exemplo é a visão que os pilotos de caça têm, que mistura os mapas mostrados pelo computador com sua visão de dentro do cockpit.

3.4. DISPOSITIVOS DE REALIDADE VIRTUAL

Atualmente existem diversos tipos de dispositivos para sistemas de RV. Nesta seção, pretende-se apenas apresentar alguns destes, salientando suas principais funções e características.

A função básica dos dispositivos de RV é produzir no usuário a sensação de imersão em um ambiente virtual. Para isto, eles atuam de duas formas:

- a) Lendo os movimentos realizados pelo usuário (ou seja, pelas várias partes do seu corpo), o qual pode ocorrer através de: (i) leitura da posição de um ponto no corpo do usuário (rastreamento), ou (ii) leitura do ângulo de flexão ou rotação de um membro ou parte do corpo do usuário;
- b) Impressionando seus sentidos a fim de simular sensações, o qual ocorre em geral sobre a visão, a audição e o tato.

3.4.1. Dispositivos de Visão

a) Stereo Glasses ou Shutter Glasses

Estes óculos são utilizados em aplicações como visualização científica ou cirurgias nas quais várias pessoas precisam observar a mesma imagem estéreo. Estes dispositivos buscam gerar estas imagens a partir de uma tela de computador padrão.

A idéia básica é colocar nos usuários pares de óculos com lentes de cristal líquido capazes de bloquear sua visão quando necessário. O sistema funciona do seguinte modo: exhibe na tela a imagem correspondente à do olho esquerdo e bloqueia-se a visão do olho direito; a seguir faz-se o contrário, ou seja, exhibe a imagem do olho direito e bloqueia a visão do esquerdo.

A maior dificuldade neste sistema, é garantir o sincronismo no processo de exibição, a fim de que o usuário não perceba o funcionamento de tal processo.

b) Head Mounted Displays

Os *Head Mounted Displays* (HMD) ou também conhecidos como VPC - Visores Presos à Cabeça, exibem as imagens de uma cena virtual em duas pequenas telas (uma para cada olho). Estes dispositivos podem ser construídos com dois tipos de monitores, os CRTs ou monitores de TV e os monitores de cristal líquido (LCDs). Enquanto os CRTs são pesados e exibem imagens de alta resolução com altas voltagens muito próximas à cabeça do usuário, os LCDs, por sua vez, são leves, podem ser usados com pequenas voltagens, mas com resolução baixa.

Geralmente, existem sistemas de rastreamento da posição da cabeça acoplados aos HMDs, a fim de permitir a atualização das imagens do mundo virtual de acordo com a direção para onde o usuário está olhando.

3.4.2. Dispositivos de Rastreamento

Os dispositivos de rastreamento ou os *tracking devices* procuram determinar a posição ou a orientação de uma parte do corpo do usuário. Existem seis tipos básicos de rastreadores:

- Mecânicos: possuem alta velocidade e precisão no rastreamento, em contrapartida, diminuem a mobilidade dos usuários, os quais vestem um capacete que é preso a um braço mecânico articulado;
- Ultra-Sônicos: possuem pouca precisão, mas apenas utilizam pequenos emissores de ultra-som presos ao corpo, o que dá bastante mobilidade ao usuário;
- Magnético: utilizam conjuntos de bobinas para produzir campos magnéticos e sensores para determinar o tamanho e a direção destes campos;
- Extração de imagens: são acoplados ao corpo do usuário, vários *leds* que devem ser rastreados e filmados por uma câmera, as imagens filmadas são processadas e, em função da posição das luzes, calcula-se a posição do usuário;
- Óticos: podem ser considerados como uma inversão dos rastreadores por extração de imagens. São colocadas quatro câmeras sobre a cabeça do usuário, que filmam o teto, onde esse é composto por uma matriz de *leds* estáticos. Através de um padrão que reconhece o caminhar do usuário e registra acendendo ou não os *leds*, pode-se reconhecer o caminhar do usuário e com as outras câmeras sua rotação;
- Sem referencial (*sourceless trackers*): criado para dar maior mobilidade ao usuário, estes rastreadores possuem três categorias principais: os inclinômetros, as chaves de inclinação e os sensores piezoelétricos de pressão e torção.

3.4.2.1. Luvas Eletrônicas

As luvas eletrônicas buscam capturar os movimentos das mãos e dos dedos para utilizá-los como forma de interação com o usuário. Os modelos mais conhecidos são: a *Data Glove*, criada pela empresa VPL, que utiliza fibra ótica e mediadores de luminosidade, e a *Power Glove*, criada pela empresa *Mattel*, que usa tinta condutora para aferir o movimento dos dedos.

3.4.2.2. Dispositivos Geradores de Sensação de Tato e de Força

Estes dispositivos são denominados de *haptic interfaces* e são responsáveis por produzirem a sensação de tato (*touch feedback*) ou de força (*force feedback*). São utilizados em ambientes de RV para enfatizar ainda mais a sensação de imersão.

A sensação de tato provê informações sobre a geometria da superfície, sua textura ou sua temperatura. Por outro lado, a sensação de força fornece informações sobre o peso do objeto e sua consistência.

3.5. MODELAGEM DE MUNDOS VIRTUAIS

A modelagem de mundos virtuais é de fundamental importância num sistema de realidade virtual, definindo as características dos objetos como: forma; aparência; comportamento; restrições; e mapeamento de dispositivos de entrada e saída. Para isto, os sistemas de desenvolvimento de realidade virtual levam em conta os diversos aspectos de modelagem, mapeamento e simulação, conforme [8], onde se encontra um diagrama sintetizando tais aspectos (Ilustração 3-1), que são tratados a seguir.

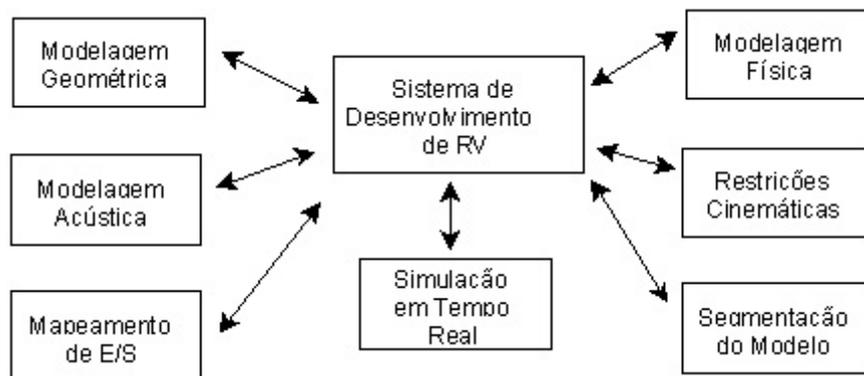


Ilustração 3-1 Sistema de Desenvolvimento de RV [8].

3.5.1. Modelagem Geométrica

A modelagem geométrica abrange a descrição da forma dos objetos virtuais através de polígonos, triângulos ou vértices, e sua aparência, usando textura, reflexão da superfície, cores, etc.

3.5.2. Modelagem Cinemática

A modelagem geométrica de um objeto não é suficiente para conseguir uma animação. Para isto, deve ser possível agarrar o objeto, alterar sua posição, mudar a escala, detectar colisões e produzir deformações na superfície. A utilização de coordenadas locais dos objetos e de coordenadas gerais, juntamente com matrizes de transformação, permitirão a alteração das posições e as mudanças de escala

3.5.3. Modelagem Física

Visando a obtenção de realismo nos mundos virtuais, os objetos virtuais, incluindo a imagem do usuário, precisam comportar-se como se fossem reais. No mínimo, os objetos sólidos não poderão passar um pelo outro e as coisas deverão mover-se de acordo com o esperado, quando puxadas, empurradas, agarradas, etc. Nesse sentido, os objetos virtuais também deverão ser modelados fisicamente pela especificação de suas massas, pesos, inércia, texturas (lisas ou ásperas), deformações (elásticas ou plásticas), etc. Essas características, juntas com a modelagem geométrica e com as leis de comportamento, determinam uma modelagem virtual próxima da realidade. A simulação mecânica do mundo virtual, para ser realista, deverá ser executada de maneira confiável, contínua, automática e em tempo real.

3.5.4. Comportamento do Objeto

As modelagens anteriores limitaram-se à modelagem matemática das propriedades cinemáticas e físicas dos objetos, visando uma resposta realista às ações do usuário. Também

é possível modelar o comportamento de objetos independentes do usuário, como relógio, calendário, termômetro e outros agentes inteligentes independentes, acessando quando necessário algum sensor externo.

3.5.5. Segmentação e Alteração de Detalhes

A modelagem geométrica e física de mundos virtuais com muitos objetos deverá resultar em um modelo muito complexo, difícil e caro de ser mostrado. Normalmente, esses mundos possuem vários espaços específicos, distâncias razoáveis e objetos móveis com velocidades diferentes.

O problema da complexidade pode ser contornado por segmentação do mundo, alteração do nível de detalhe dos objetos, alteração de resolução de imagens, pré-computação, etc.

4. TECNOLOGIAS DE SUPORTE À REALIDADE VIRTUAL

Novas tecnologias têm sido criadas para dar suporte ao desenvolvimento de aplicações em realidade virtual. O surgimento de VRML trouxe consigo a possibilidade de construir mundos virtuais tridimensionais, visualizáveis pela Internet com a ajuda de um *navegador* e um *plug-in*. No final de 1998 surgiu uma nova API (*Application Programming Interface*) de *Java*, desenvolvida pela empresa *Sun Microsystems*, com características importantes para o desenvolvimento de aplicação 3D chamada *Java 3D*. Como maioria dos mundos virtuais atuais têm sido construídos com a linguagem VRML, ela foi a escolhida como a linguagem utilizada nesse projeto.

4.1. A LINGUAGEM VRML

A linguagem VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) foi desenvolvida para ser usada na Internet, permitindo aos usuários da rede a criação e intercâmbio de arquivos tridimensionais interativos. Ela é uma linguagem independente de plataforma e empregada na descrição de cenas tridimensionais interativas, que podem ser visualizadas através da "World Wide WEB" como a partir de arquivos residentes no computador do usuário.

Ela é similar à linguagem HTML já que ela utiliza um grupo de caracteres para descrever um espaço tri-dimensional do mesmo modo que a linguagem HTML utiliza um grupo de caracteres para descrever um espaço bi-dimensional (uma página). As pessoas podem navegar no espaço 3-D e clicar em objetos que representam URLs (incluindo outros mundos VRML). As principais semelhanças entre as linguagens VRML e HTML são mencionadas na tabela 1.

HTML	VRML
Textos na WEB	Gráficos na WEB
São escritas em ASCII e provêm descrições da informação mais do que formatos.	
Ambas devem ser interpretadas.	
Descreve texto 2D	Descreve mundos 3D
Podem ser codificadas à mão, mas existem ferramentas de autoria.	

Tabela 1 - Comparação entre HTML e VRML

A origem da VRML está associada a um trabalho desenvolvido por Pesce [12] e Parisi, visando à criação de uma interface gráfica tridimensional para a WEB. Esse trabalho foi apresentado na Primeira Conferência Internacional da *World Wide Web*, realizada em 1994 na Suíça, e despertou grande interesse entre os participantes. A primeira versão, VRML 1.0, foi apresentada ainda em outubro de 1994 e era muito limitada. Baseava-se no formato *Open Inventor* da *Silicon Graphics* [19] com características adicionais para navegação na WEB, e somente permitia a construção de mundos estáticos, sem interação ou animação. O observador podia apenas se mover entre os objetos que compunham as cenas. A versão inicial continuou a ser aperfeiçoada e, pouco tempo depois, a especificação VRML 2.0, baseada na proposta *Moving Worlds*, também da *Silicon Graphics*, foi apresentada. A tabela 2 abaixo mostra um breve histórico da linguagem.

1989	<i>Silicon Graphics</i> inicia o projeto <i>Scenario</i> , para projetar e desenvolver uma infraestrutura para aplicações gráficas 3D.
1992	É lançado o <i>Iris Inventor 3D</i> , resultado do projeto acima, conjunto de ferramentas em C++ com características do VRML contemporâneo.
1994	É distribuída a segunda versão do <i>Iris Inventor 3D</i> , chamada <i>Open Inventor</i> . Esta versão é portátil, pois é baseada no <i>OpenGL</i> .
1994	Mark Pesce e Tony Parisi controem um protótipo de navegador 3D para a WWW chamado <i>Labyrinth</i> . Cria-se uma lista de discussão por e-mail sobre VRML. Decide-se usar o <i>Open Inventor</i> como ponto de partida. O VRML 1.0 é apresentado em outubro deste ano, na Second International Conference on the WWW, Chicago.
1995	São feitas pequenas modificações ao VRML 1, até ser constatada a necessidade de se lançar uma nova versão com suporte à animação, interação e modelagem comportamental.
1996	Faz-se a chamada de propostas para a nova versão em janeiro, e a mais votada é a feita conjuntamente por <i>Silicon Graphics</i> , <i>Sony</i> e <i>Mitra</i> . VRML 2 é lançado no SIGGRAPH 96 em New Orleans em agosto.
1997	O ISO (<i>International Standards Organization</i>) aprova o padrão de 1996 como a linguagem VRML 2.

Tabela 2 - Histórico do VRML

4.2. CARACTERÍSTICAS DA LINGUAGEM

Tudo que se precisa para escrever um código VRML é um editor de textos. Uma vez editados, os arquivos são gravados em formato ASCII com a extensão *.wrl*. Na verdade, a linguagem apenas descreve como os ambientes tridimensionais serão representados pelo navegador. O arquivo não precisa ser compilado e não é executado por ninguém. É possível, por exemplo,

criar um cubo e gravá-lo em um arquivo chamado *cubo.wrl*. O código VRML para este cubo descreverá as características do ambiente, como coordenadas, luz, cores, sombreado etc. Também é possível colocar em um mundo objetos que estão localizados remotamente em outros lugares na internet, além de links que levam a outros homeworlds ou homepages.

Na versão 1.0, esta linguagem permitia apenas a definição de cenários estáticos, tendo como principais características a criação de mundos 3D estáticos e a criação de âncoras para outros ambientes [16]. Com a versão 2.0 criou-se a possibilidade de adicionar áudio, objetos interativos, comportamento, *scripts*, entre outras coisas. A última versão, que está sendo chamada VRML-NG (*VRML Next-Generation*), adiciona a funcionalidade que permite a criação de mundos compartilhados, ou seja, diversos usuários interagindo simultaneamente dentro de ambientes virtuais tridimensionais .

VRML é baseada no sistema cartesiano 3D. A seqüência dos eixos é X, Y, Z, a unidade de medida para distâncias é o metro e a de ângulos radianos. Usando uma página na frente do leitor como referência, o eixo-X positivo está para a direita, o eixo-Y positivo está para cima e o eixo-Z positivo está perpendicular aos dois anteriores, saindo da página em direção ao leitor. O sentido de rotação para ângulos positivos é o anti-horário, quando a seta vai em direção ao observador.

A linguagem VRML vem sendo muito utilizada por apresentar uma série de funcionalidades, ela cria mundos e objetos 3D interativos; suas ferramentas são multiplataforma; ela possui suporte à EAI (*External Authoring Interface*), o que pode melhorar a funcionalidade dos mundos e objetos 3D criados em VRML; ela também possui suporte a formatos gráficos padrões (por exemplo, .gif, .jpg, .avi etc.) e por fim ela possui uma edição simples do código.

O documento associado a uma cena VRML é um arquivo de texto comum, que pode ser criado a partir de editores de textos convencionais. Entretanto, a maioria das cenas é produzida através de softwares especiais [15]. Alguns editores VRML serão apresentados no decorrer desse trabalho.

Os mundos VRML são montados a partir da descrição de objetos simples, as primitivas, que são formas espaciais básicas tais como: esferas, cilindros, cones, cubos, toróides, etc. Através da combinação de primitivas obtém-se estruturas complexas às quais é possível associar

cores, texturas, sensores, sons e animações. As características da linguagem VRML fazem dela um poderoso recurso educacional. Ela possibilita a visualização de conceitos abstratos, a observação de mundos em escalas micro ou macroscópicas, a navegação em locais de acesso difícil ou perigoso e o manuseio seguro de modelos virtuais de complexos sistemas.

4.3. ESTRUTURAÇÃO DA LINGUAGEM

A estrutura do arquivo VRML geralmente é dividida em 5 partes. A primeira parte é o cabeçalho do arquivo. A segunda é os comentários – que são notas feitas pelo criador do programa com o intuito de ajudar a entender o mesmo. Os comentários não alteram o programa e são sempre antecidos pelo símbolo #, por exemplo, `diffuseColor .5 0 .7 # blue`, o comentário `blue` apenas está ali para que a pessoa que estiver lendo o programa associe esse número a cor azul, o interpretador ignora o comentário. A terceira parte do arquivo são os *nodes* (nós), eles são partes da informação da cena; em seguida vem os *fields* (campos), que são atributos do nó, o programador tem a liberdade de muda-los e finalmente os Valores, que como próprio nome diz são os valores atribuídos.

O arquivo VRML é composto por um conjunto de Nós, que determinam as características do objeto. Existem nós que definem o formato do objeto (são os chamados nós de formas), a cor, a posição e assim por diante. Os nós podem ser divididos em vários grupos.

Uma forma de facilitar a visualização da estrutura dos nós é a criação de Organogramas, como o mostrado na ilustração 4-1. Cada circula do organograma abaixo representa um nó.

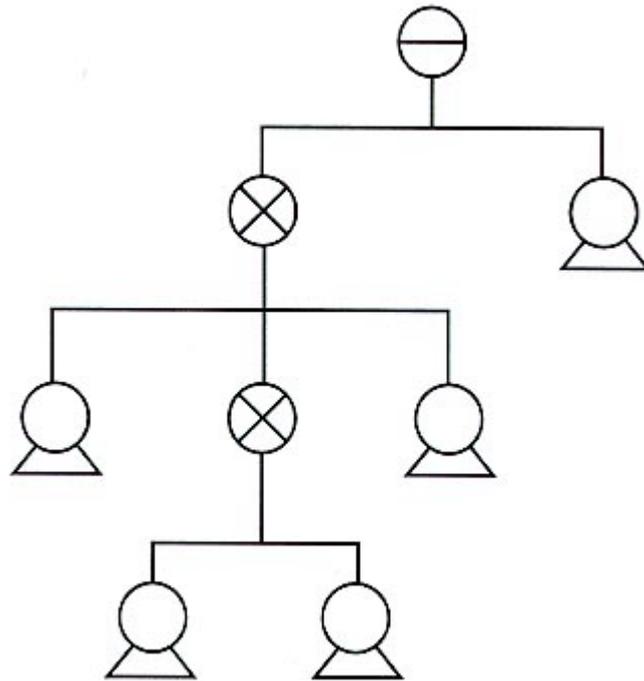


Ilustração 4-1 Exemplo de um Organograma

4.3.1. Tipos de Nós

A linguagem VRML possui mais de 60 diferentes tipos de nós, que definem a hierarquia e as características individuais de cada objeto. A ilustração 4-2 mostra alguns tipos de nós.

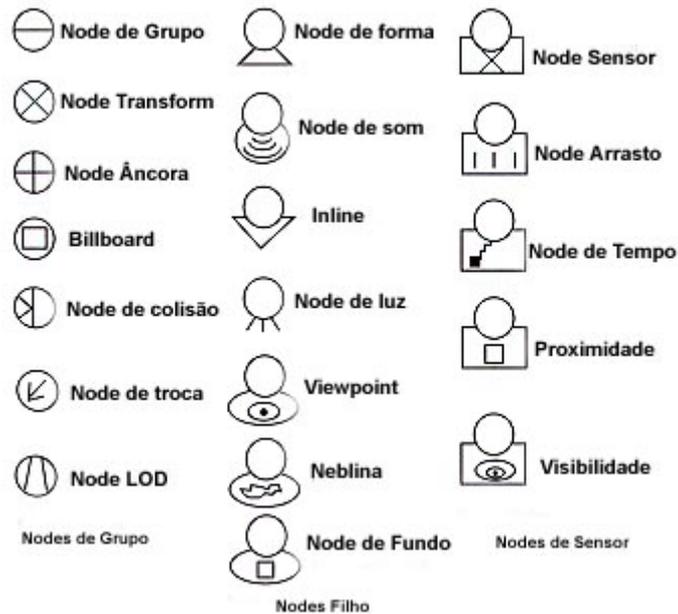


Ilustração 4-2 Tipos de Nós

A relação entre os nós é chamada de “Hierarquia de Cena”, ela é o conceito mais importante em VRML.

Alguns nós são mais utilizados do que outros, e certos nós foram muito utilizados no projeto do nosso laboratório virtual. A seguir mostraremos alguns desses nós.

4.3.1.1. Geometry

O nó *geometry* define a forma ou a estrutura do objeto, como por exemplo, um cubo, uma esfera, um cone ou um cilindro. Essas são primitivas básicas da VRML

4.3.1.2. Geometry property

Esse nó define as propriedades da geometria, tais como cor, coordenadas, textura e a normal.

4.3.1.3. Appearance e Material

É possível controlar a aparência de qualquer *shape* especificando atributos do material a partir do qual ele é feito. Atributos do material incluem a cor, o brilho, a cor do brilho e a

transparência entre outros. Usando os nós Appearance e Material é possível controlar estes atributos. A sintaxe destes nós está apresentada a seguir.

```
Appearance {
  exposedField SFNode material          NULL
  exposedField SFNode texture           NULL
  exposedField SFNode textureTransform NULL
}
Material {
  exposedField SFFloat ambientIntensity 0.2
  exposedField SFColor diffuseColor     0.8 0.8 0.8
  exposedField SFColor emissiveColor    0 0 0
  exposedField SFFloat shininess        0.2
  exposedField SFColor specularColor    0 0 0
  exposedField SFFloat transparency     0
}
```

O nó aparência especifica as propriedades visuais da geometria. O campo *material* contém o nó material, e o campo *textura* contém um dos vários tipos de nós textura.

As cores em VRML são descritas de uma maneira mais precisa, combinando porções de vermelho, verde e azul (ou RGB). A cor refletida pelo objeto é especificada através do campo *diffuseColor*. Já o campo *emissiveColor* possibilita a obtenção de efeitos de brilho,

O valor do campo *transparency* determina um fator de transparência entre 0.0 (opaco) e 1.0 (transparente), e o *ambientIntensity* determina como o material é afetado pelo nível de luz ambiente do mundo VRML. Quanto mais baixo for o valor, menor é o efeito da luz sobre o material. O *specularColor* especifica a cor da luz refletida pelo *shape*, isto é, a cor do brilho. O valor *default* para este campo é preto, que desabilita a reflexão especular. Finalmente, o *shininess* controla a intensidade do brilho, sendo que 0.0 torna-o mais escuro. O efeito visual para este campo consiste na redução do tamanho da reflexão especular. É importante salientar que os navegadores VRML incluem automaticamente uma *headlight* que se move de acordo com a posição do observador.

4.3.1.4. ImageTexture, PixelTexture ou MovieTexture

A textura na verdade nada mais é do que uma imagem 2D mapeada em um objeto. O valor do campo *texture* do nó *Material* consiste num nó que especifica a imagem da textura a ser aplicada a um *shape*. Tal nó pode ser *ImageTexture*, *PixelTexture* ou *MovieTexture*.

```

ImageTexture {
    url          [ ]      # MFString
    repeatS      TRUE     # SFBool
    repeatT      TRUE     # SFBool
}

```

O campo *url* especifica uma lista de *URLs* ordenadas por prioridade. Quando uma *URL* é ser aberta, o arquivo é lido e mapeado como textura do *shape*. O arquivo que contém a textura pode ter formato JPEG ou PNG. Alguns navegadores também aceitam o formato GIF. Os campos *repeatS* e *repeatT* podem ter os valores *TRUE* (a textura é repetida dentro do sistema de coordenadas da textura) ou *FALSE* (textura não é repetida).

```

PixelTexture {
    image        0 0 0    # SFImage
    repeatS      TRUE     # SFBool
    repeatT      TRUE     # SFBool
}

```

Este nó especifica uma imagem, ou atributos de mapeamento de textura, no próprio arquivo VRML. O valor para o campo *image* determina o tamanho da imagem e valores de pixel para uma textura de imagem. Os primeiros três valores inteiros são a largura da imagem em pixels, a altura da imagem também é pixels e o número de bytes para cada pixel. Os campos *repeatS* e *repeatT* são iguais ao nó anterior.

```

MovieTexture {
    url          [ ]      # MFString
    loop         FALSE    # SFBool
    speed        1.0      # SFFloat
    startTime    0.0      # SFTime
    stopTime     0.0      # SFTime
    repeatS      TRUE     # SFBool
    repeatT      TRUE     # SFBool
    isActive    # SFBool
    duration_changed # SFBool
}

```

O nó *MovieTexture* permite mapear uma textura animada para um objeto. Os formatos suportados são: MPEG1-Systems e MPEG1-Video. Além de campos para especificar a textura a ser mapeada, o nó possui campos que permitem controlar a exibição do filme: velocidade, horas de início, hora de fim e indicador de laço da exibição.

4.3.1.5. Grouping

Em várias cenas e mundos feitos em VRML, é preciso combinar vários objetos. Neste caso, os nós *grouping* são formados pelo: *group*, *transform*, *Anchor*, *Inline* e *Collision nodes*.

4.3.1.6. Sensor

Esse nó cuida da monitoração de um tipo particular de evento, processando a entrada (*incoming*) e gerando eventos de saída (*outgoing*).

4.3.1.7. Interpolators

O nó *interpolator*, adicionado no VRML 2.0, habilita incorporar "chaves de animação" (*keyframe*) na cena.

4.3.1.8. Bindables

Esse nó define o *background* (fundo), informações de navegação (*NavigationInfo*) e o ponto de vista (*Viewpoint*).

4.3.1.9. Anchor

Talvez uma das características mais interessante de VRML é a sua habilidade de combinar VRML em WWW. Os *links* em VRML são ligações, ou âncoras, feitas em figuras específicas da cena. Qualquer figura descrita através de nós VRML pode ser uma âncora. Usa-se, também, *links* para unir cenas ou figuras que estão em arquivos diferentes em um único arquivo VRML.

O nó de agrupamento *Anchor* engloba um grupo de *shapes* e cria um *hyperlink* com outras mídias (página HTML, imagem, etc.), isto é, quando o usuário clica nestes *shapes* o navegador visualiza um novo arquivo. A sintaxe deste nó é a seguinte:

```

Anchor {
  eventIn      MFNode   addChildren
  eventIn      MFNode   removeChildren
  exposedField MFNode   children      []
  exposedField SFString description    ""
  exposedField MFString parameter     []
  exposedField MFString url           []
  field        SFVec3f  bboxCenter     0 0 0      # (-∞, ∞)
  field        SFVec3f  bboxSize       -1 -1 -1    # (0, ∞) or -1,-1,-1
}

```

O nó de agrupamento *Anchor* salva o conteúdo de uma URL quando o usuário ativa alguma geometria contida em um nó filho do *Anchor*. Se a URL apontar para um arquivo VRML valido, esse mundo substitui o mundo no qual este nó faz parte.

Depende do dispositivo de indicação e da determinação do navegador VRML como o usuário ativará a geometria contida no nó *Anchor*. Tipicamente, clicar no dispositivo de indicação resulta na substituição da cena atual por uma nova. Um nó *Anchor* com um URL.

O campo de descrição do nó *Anchor* especifica uma descrição de texto. Isso pode ser usado pela interface específica do usuário do navegador que deseja apresentar aos mesmos, informações mais detalhadas sobre o *Anchor*.

4.3.1.10. AudioClip

Um nó de *AudioClip* especifica os dados áudio que podem fazer referência a nós de Som. O campo *descrição* especifica uma descrição textual do áudio. Não é necessário um navegador para indicar o campo *descrição*. O campo *URL* especifica a *URL* em que o som é carregado.

```

AudioClip {
  exposedField SFString description    ""
  exposedField SFBool   loop           FALSE
  exposedField SFFloat  pitch          1.0      # (0, ∞)
  exposedField SFTime   startTime      0        # (-∞, ∞)
  exposedField SFTime   stopTime       0        # (-∞, ∞)
  exposedField MFString url            []
  eventOut      SFTime   duration_changed
  eventOut      SFBool   isActive
}

```

4.4. EDITORES VRML

Comentaremos a seguir três ferramentas de edição 3D que foram pesquisadas no intuito de escolher qual o melhor editor a ser utilizado no desenvolvimento do nosso projeto. Estes editores foram escolhidos a partir das ferramentas recomendadas pelo Consórcio *WEB3D*. Foram selecionadas aquelas que atendem as seguintes características:

- O resultado final pode ser salvo em algum formato público, como VRML
- A ferramenta é de domínio público ou *não proprietária*,
- O editor é orientado a formas geométricas regulares descartando, portanto, aqueles que são específicos para criação de avatares, animações etc.

4.4.1.1. AC3D Modeller

Este é um exemplo de um editor 3D, mas completamente diferente daquilo que queremos. Este é um editor de objetos simples e não de cenários, sua interface tem como objetivo criar objetos 3D a partir de primitivas como esfera, cubo, cilindros e possibilitar a criação de objetos complexos por meio de extrusão e definição de um conjunto de vértices.

Apesar de não corresponder ao nosso tipo de aplicação 3D, essa ferramenta possui recursos interessantes como a visualização em várias janelas ativas.

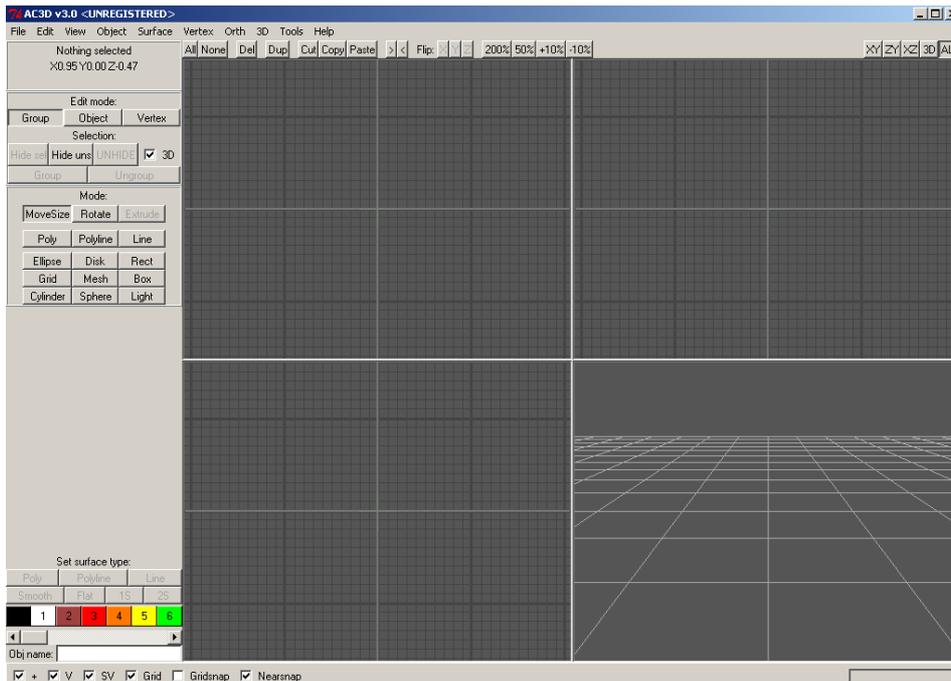


Ilustração 4-3 AC3D Modeller

4.4.1.2. CiteMap Builder

Esta ferramenta é de fato a mais simples entre as estudadas nesse tópico. No entanto ela foi mencionada como uma aplicação bem resolvida, com interface simples, mas capaz de produzir resultados satisfatórios.

O *CiteMap Builder* é uma ferramenta desenvolvida em Java, sua tela possui uma visão isométrica do cenário final. Esta visão é bem simplificada já que a qualidade visual é baixa, pois não possui nenhum componente 3D em sua interface. A importação dos objetos que possam se desenvolvidos externamente ao editor não é suportada limitando-o a inserir objetos em uma grade isométrica de tamanho variável.

Neste editor apenas o resultado final é um ambiente 3D, na verdade, uma cena descrita em VRML.

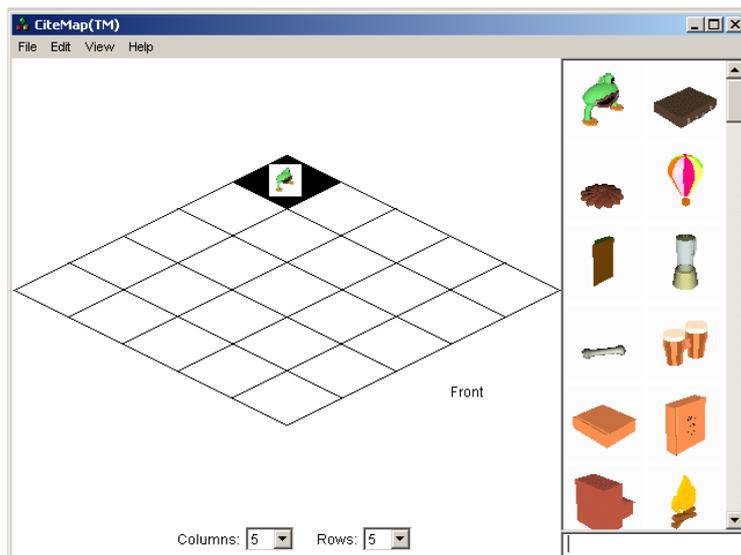


Ilustração 4-4 CiteMap Builder

4.4.1.3. Internet Space Builder

Essa ferramenta é a mais completa das estudadas e lembra muito editores de cenários conhecidos para jogos de computador, só que seu objetivo é gerar mundos VRML. Por esse motivo, essa foi a ferramenta escolhida para desenvolver o nosso projeto.

O *Internet Space Builder* [17] foi desenvolvido em C++ e permite a construção de cenários VRML bastante complexos. Possui funções intuitivas e avançadas para mapeamento de texturas, criação de formas complexas por meio de adição e subtração de sólidos, edição de imagens e modificação da posição da câmera para navegação e edição do cenário. Muitas das idéias presentes nesse navegador, como interação para navegação e adcionamento de novos pontos de vista e texturas, serão usadas por nós.

Uma coisa bastante interessante nessa ferramenta reside no fato de que vários objetos disponíveis para serem adicionados ao ambiente são oferecidos em uma barra de rolagem lateral, fornecendo ao usuário uma maneira rápida e intuitiva de construção de ambientes de maneira simples. Outro ponto importante é que o terreno em que os objetos são colocados é sempre plano.

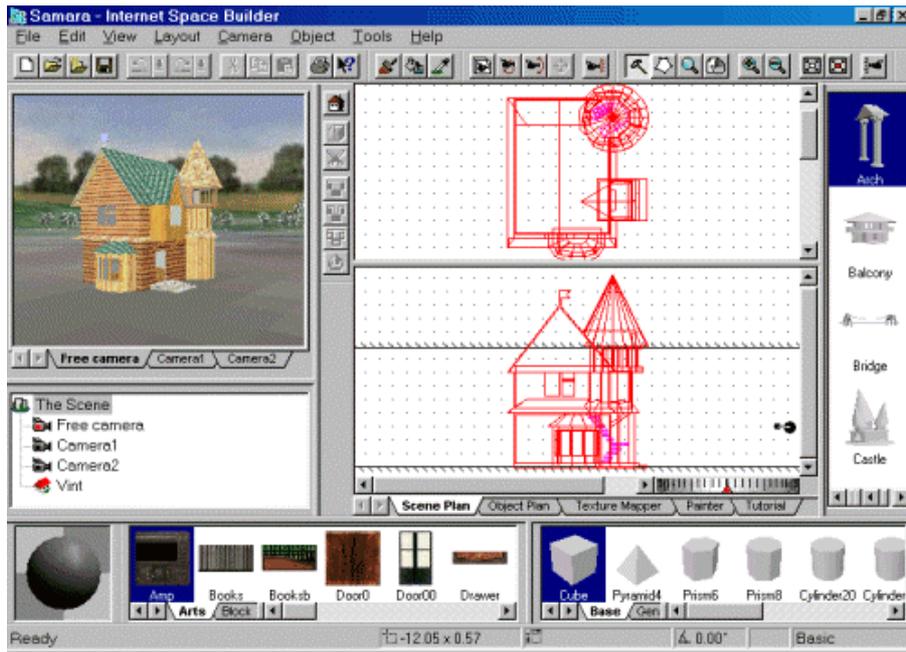


Ilustração 4-5 Internet Space Builder

5. IMPLEMENTAÇÃO DO LABREDES VIRTUAL

No sentido de auxiliar as atividades de educação à distância no contexto do curso de Engenharia de Rede de Comunicação, usando tecnologias avançadas, foram desenvolvidos nesse projeto elementos básicos para a implementação de uma ambiente virtual em VRML. Isso exigiu, em primeiro lugar, o aprendizado da linguagem VRML, a instalação de um ambiente para a edição em VRML e o teste de vários elementos a serem utilizados. Para tanto foi feito um levantamento das possíveis aplicações de VRML e escolhido algumas áreas onde a aplicação de VRML possui um bom potencial. Em especial o software Campus Virtual mostrou-se a principal aplicação de interesse, e por essa razão foram desenvolvidos módulos em VRML para este software.

As três etapas do trabalho realizado, reconhecimento do ambiente, concepção e desenvolvimento de objetos no mundo virtual, e a inserção de aplicativos de educação à distância, bem como os módulos VRML desenvolvidos são descritos a seguir.

5.1. RECONHECIMENTO DO AMBIENTE

O primeiro passo para a implementação do LabRedes Virtual foi o reconhecimento do local. Foi feita uma descrição básica do ambiente, delineando a área e os componentes computacionais existente.

5.1.1. Estrutura do LabRedes

O Laboratório de Redes de Comunicação localiza-se em uma área de cerca de 250m², contendo cerca de 80 computadores clientes, 10 computadores servidores, uma rede local com cabeamento estruturado com cabos UTP categoria 5 e fibras ópticas, com 5 concentradores ATM a 155Mbps.

Tal estrutura vem sendo instalada desde 1997, tendo sido inaugurada a primeira fase de implantação no dia 18 de dezembro de 1998, com a organização da rede local com base em equipamentos da *Compaq Computers* Brasil e com apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (SEPIN). A estrutura foi completada com equipamentos oriundos de projetos

submetidos ao CNPq (Projeto NTI-4, Projeto Infovia de Brasília), ao MEC (Projeto INEG) e projetos utilizando incentivos da Lei 8248 junto ao MCT, o que resultou na obtenção de estações, servidores e softwares de gerência de redes da IBM. Acordos de cooperação específicos permitiram ainda obter equipamentos da 3Com e pacotes de softwares, como por exemplo, o banco de dados Oracle.

Essa área encontra-se subdividida em cinco unidades, conforme descrito a seguir:

- Laboratório de Desenvolvimento de Aplicações: com 16 estações, em uma área de 54m²;



Ilustração 5-1 Laboratório de Desenvolvimento

- Sala de Aula Informatizada e Laboratório de Sistemas Operacionais e Protocolos: com 16 postos de trabalho, em uma área de 54m².



Ilustração 5-2 Sala de Aula Informatizada e Laboratório de Sistemas Operacionais e Protocolos

- Laboratório de Projetos de Redes e Técnicas Avançadas de Comunicação: com 13 estações, em uma área de 40,5m²;



Ilustração 5-3 Laboratório de Projetos de Redes e Técnicas Avançadas de Comunicação

- Centro de Redes e Laboratório de Gerência e Segurança de Redes: com 7 servidores e switch ATM a 155Mbps de acesso à rede interna da UnB (RedUnB), em uma área de 13,5m²;



Ilustração 5-4 Centro de Redes e Laboratório de Gerência e Segurança de Redes

- Sala de Administração: em uma área de 27m².

5.2. CONCEPÇÃO DE OBJETOS E DESENVOLVIMENTO DO MUNDO VIRTUAL

O segundo passo foi o inventário dos objetos existentes e o conseqüente desenvolvimento do mundo virtual. Com a utilização do *Internet Space Builder* e do *VRMLPad 2.0*, ambos softwares da *ParallelGraphics*, pôde-se primeiramente produzir objetos separadamente.

O *Internet Space Builder* foi necessário para facilitar a confecção dos objetos, por fornecer as formas geométricas básicas para edição nas duas perspectivas bidimensionais que fornecem uma visão de largura, espessura e comprimento separadamente, conforme pode ser observado na ilustração 5-5. Com este programa também é possível inserir texturas e figuras nos objetos, tornando a definição da aparência destes bastante simples.

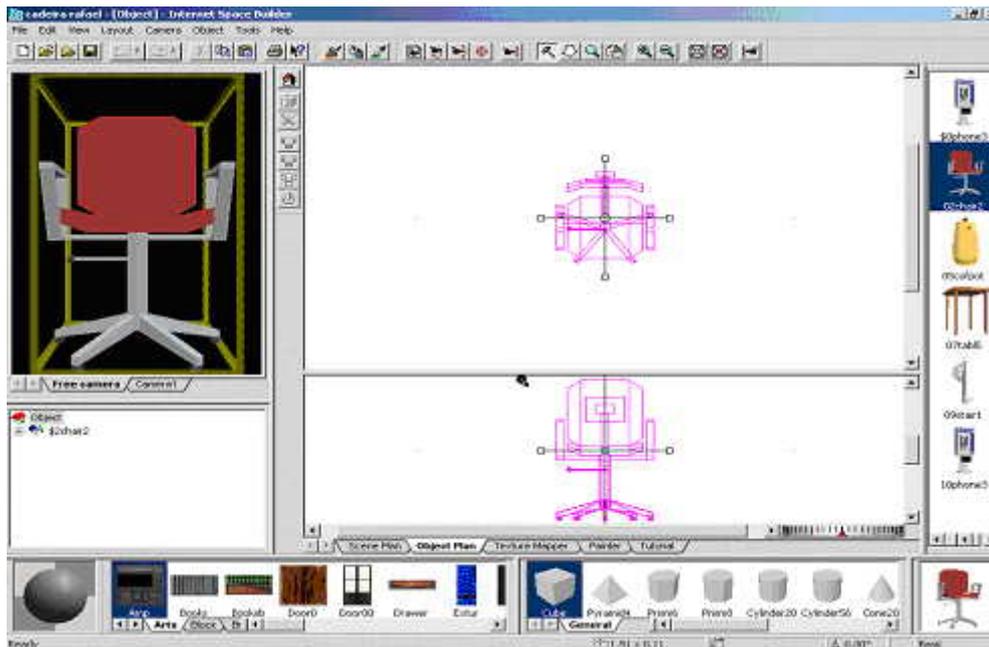


Ilustração 5-5 Perspectiva do “Objeto” do Internet Space Builder

Com a utilização do *VRMLPad 2.0* pode-se editar o código fonte, de forma a inserir link's com a utilização do nó *Anchor*, bem como modificar parâmetros de *DirectionalLight* (*ambientIntensity* e *direction*) e *Transform* (*rotation* e *translation*).

Criados todos os objetos necessários para a criação do mundo virtual do LabRedes, o passo seguinte foi o de criar uma *Scene* contendo o prédio representativo do Laboratório.

Para finalização, foram inseridos os objetos já pré-definidos na *Scene LabRedes* e novas *ViewPoints*(câmeras) para uma melhor navegação no mundo virtual.

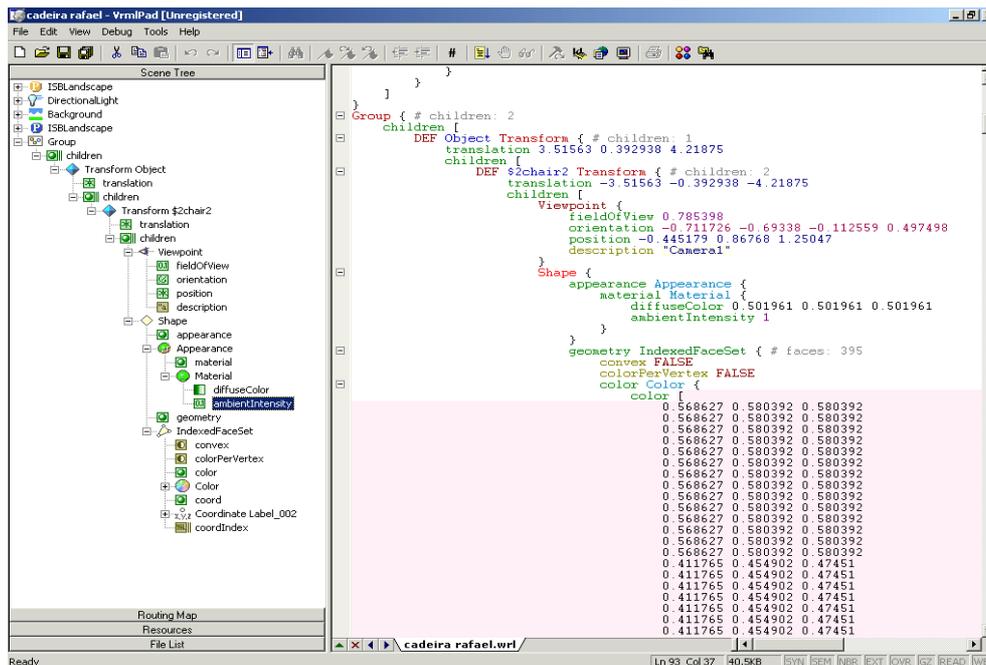


Ilustração 5-6 Tela do VRMLPad 2.0

5.3. APLICATIVOS DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

O objetivo principal da implementação do LabRedes Virtual, é o de fornecer uma interface mais amigável e intuitiva ao usuário da WEB na utilização de recursos de educação à distância. Como neste projeto, o foco fundamental foi a criação do mundo virtual em si, os aplicativos utilizados no projeto foram o Campus Virtual, já existente, e a Biblioteca de Teses, em fase experimental.

5.3.1. Campus Virtual

O Projeto Campus Virtual foi concebido para atender às necessidades de complementação e enriquecimento curricular do ensino de graduação, tomando por base o curso de Engenharia de Redes de Comunicação da Universidade de Brasília.

Tendo em vista o aspecto funcional do *Campus Virtual*, o sistema consiste em uma plataforma de ensino à distância baseado na Internet, seguindo os conceitos da iniciativa ADL e do modelo SCORM [5].

Através de um link inserido em um computador no mundo virtual pode-se acessar a página do Campus Virtual.



Ilustração 5-7 Tela Inicial do Campus Virtual

5.3.2. Biblioteca de Teses e Monografias

A Biblioteca de Teses e Monografias é o primeiro módulo do ambiente desenvolvido para o LabRedes Virtual, que visa disponibilizar via WEB o conhecimento produzido pelo laboratório. O nosso intuito na disponibilização de teses e dissertações nessa biblioteca digital é de fornecer disseminação do conhecimento e promover uma maior integração entre os grupos de pesquisas já existentes. A Biblioteca de Teses disponibilizará teses e dissertações defendidas no LabRedes para consulta. Os trabalhos serão acessados na íntegra, diretamente do LabRedesVirtual.

6. UTILIZANDO O LABREDES VIRTUAL NA WEB

Para que o Labredes Virtual possa ser visitado pela comunidade internet em geral, foi necessário criar uma página de divulgação do projeto, conforme figura ilustração 6-1 abaixo.

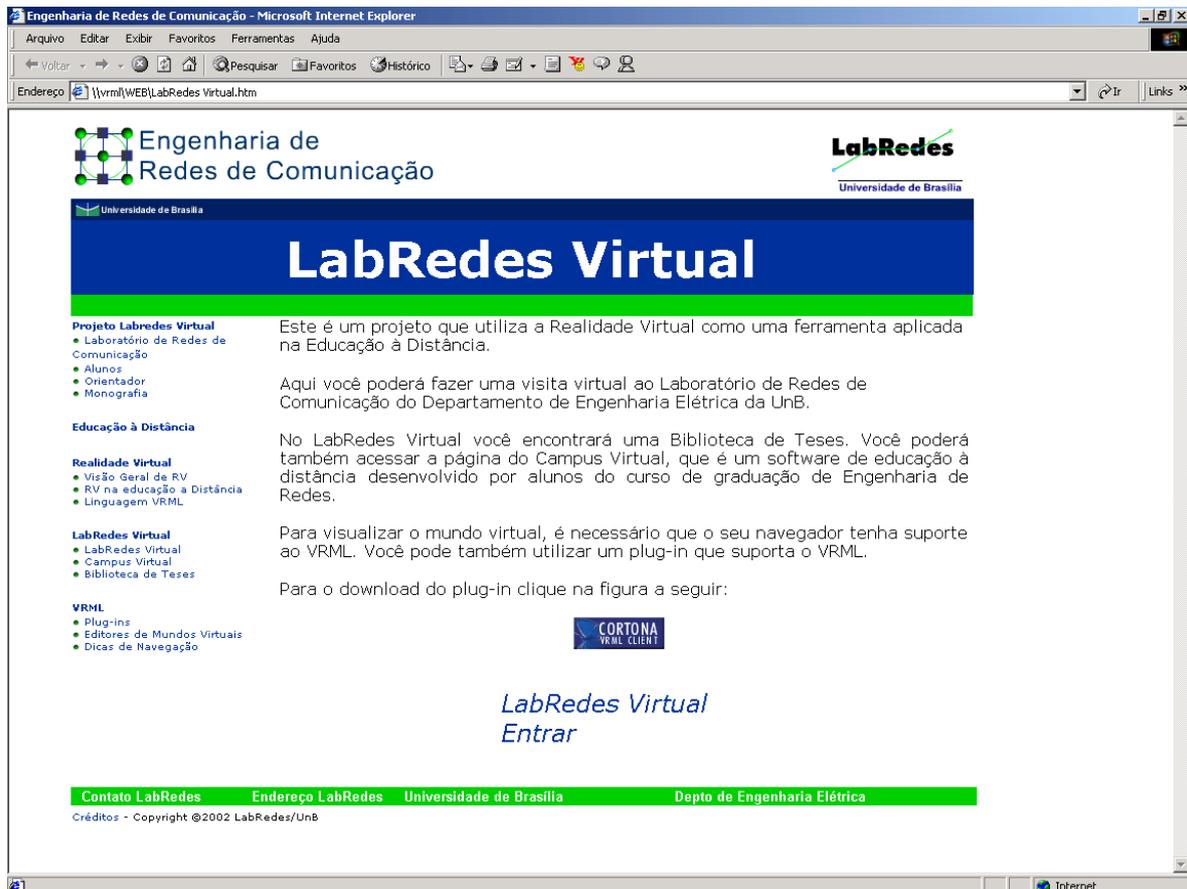


Ilustração 6-1 Tela inicial da pagina do Labredes Virtual

A partir da tela inicial, pode-se entrar diretamente no mundo em VRML do LabRedes Virtual, ou acessar as cinco opções encontradas no lado esquerdo da tela: Projeto Labredes Virtual, Educação à Distância, Realidade Virtual, LabRedes Virtual e VRML.

6.1. PROJETO LABREDES VIRTUAL

Em PROJETO LABREDES VIRTUAL, pode-se obter informações gerais sobre o projeto, alunos envolvidos, orientador e a monografia apresentada como parte do projeto final de graduação.

6.1.1. Laboratório de Redes de Comunicação

Neste link é apresentada uma visão descritiva do LABORATÓRIO DE REDES DE COMUNICAÇÃO do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília.

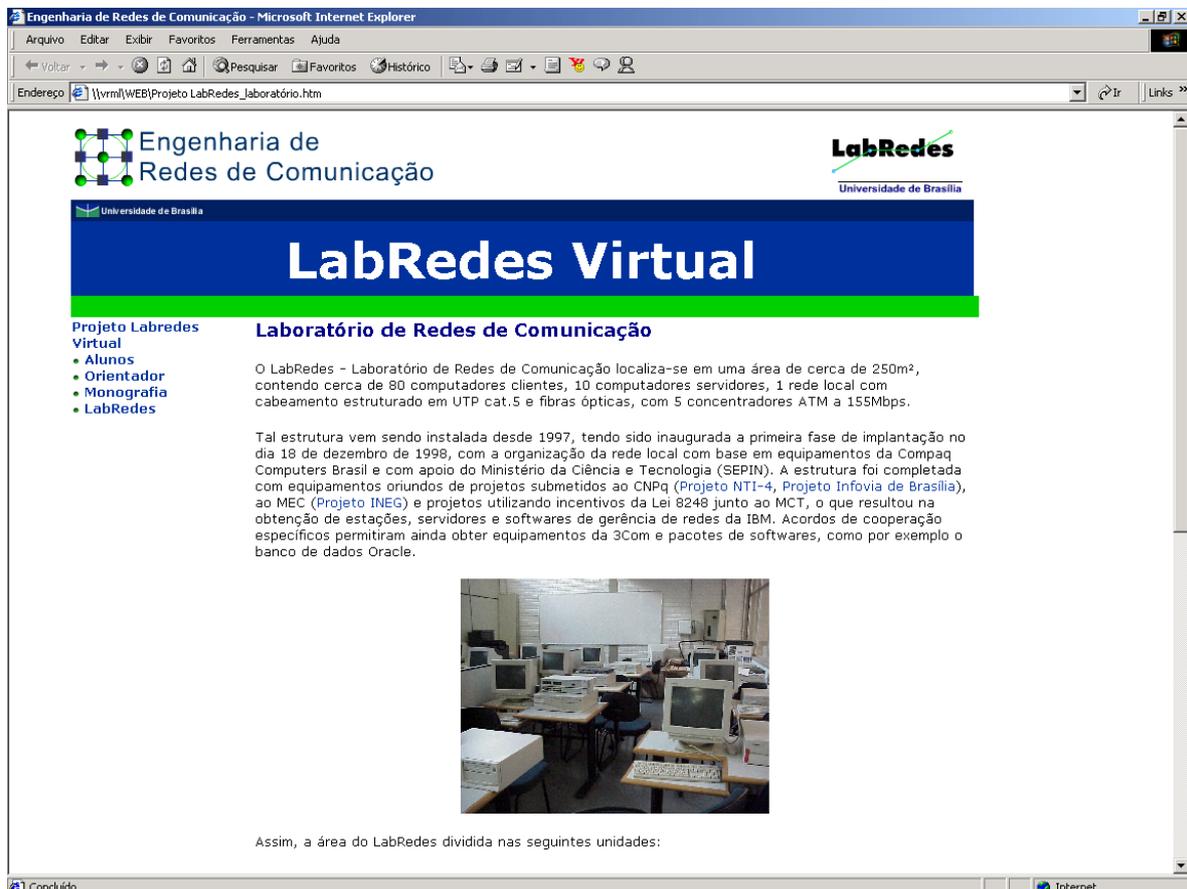


Ilustração 6-2 Tela LabRedes

6.1.2. Alunos

No link ALUNOS o usuário pode ter acesso aos dados dos alunos envolvidos na elaboração e implementação do projeto final de graduação do LabRedes Virtual, como ilustrado na ilustração 6-3.

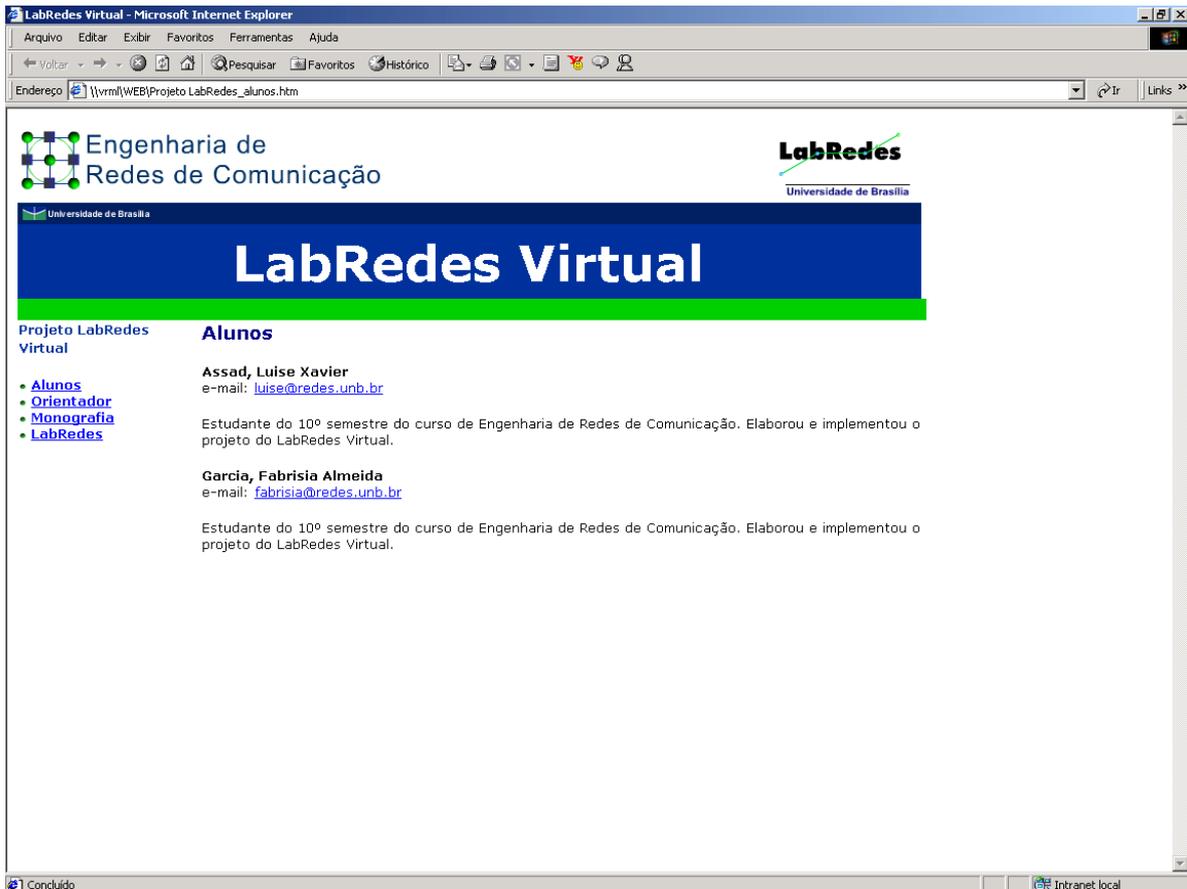


Ilustração 6-3 Tela de alunos envolvidos no projeto

6.1.3. Orientador

No link ORIENTADOR o usuário pode ter acesso aos dados do orientador do projeto final de graduação, LabRedes Virtual, como ilustrado na ilustração 6-4..

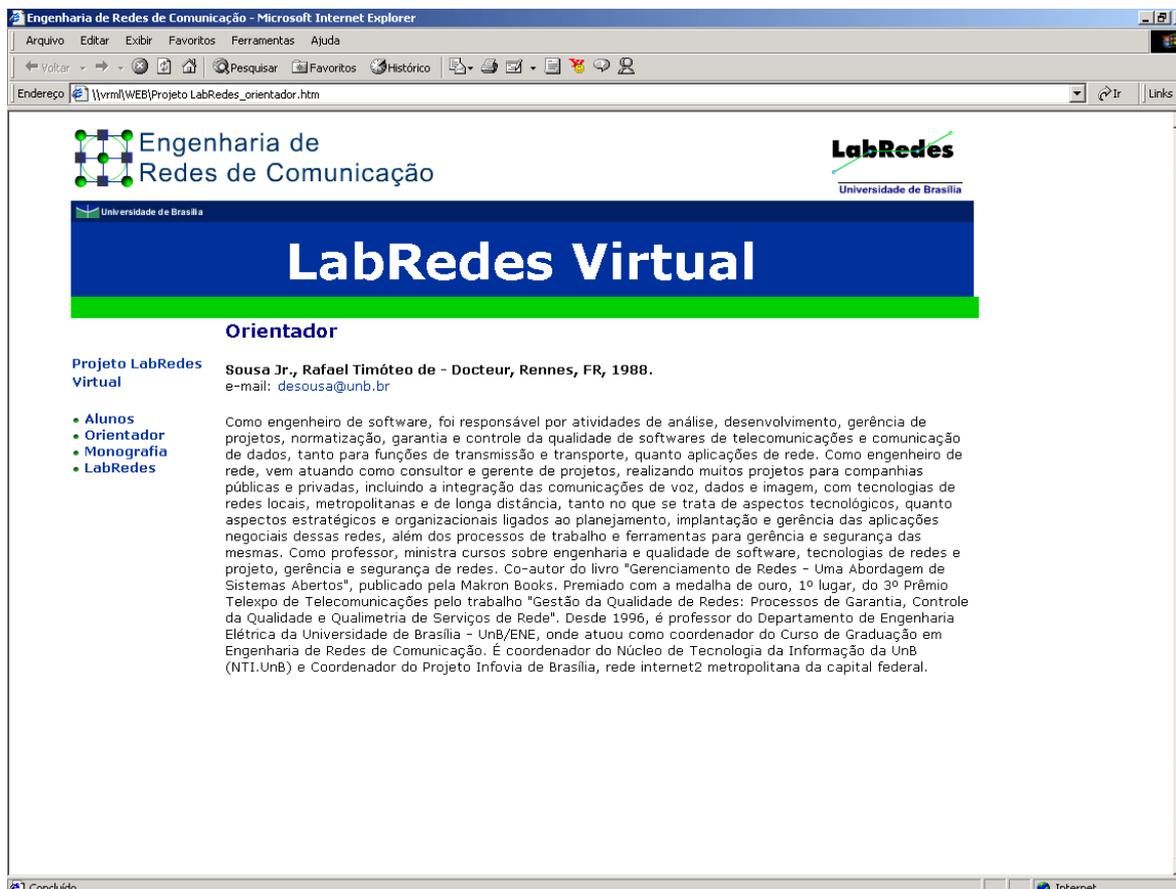


Ilustração 6-4 Tela de Orientador do projeto

6.1.4. Monografia

No link MONOGRAFIA o usuário pode ter acesso ao arquivo do projeto “Estudo da Utilização da Realidade Virtual em uma aplicação de Educação à Distância”, bem como ler uma pequena descrição deste.

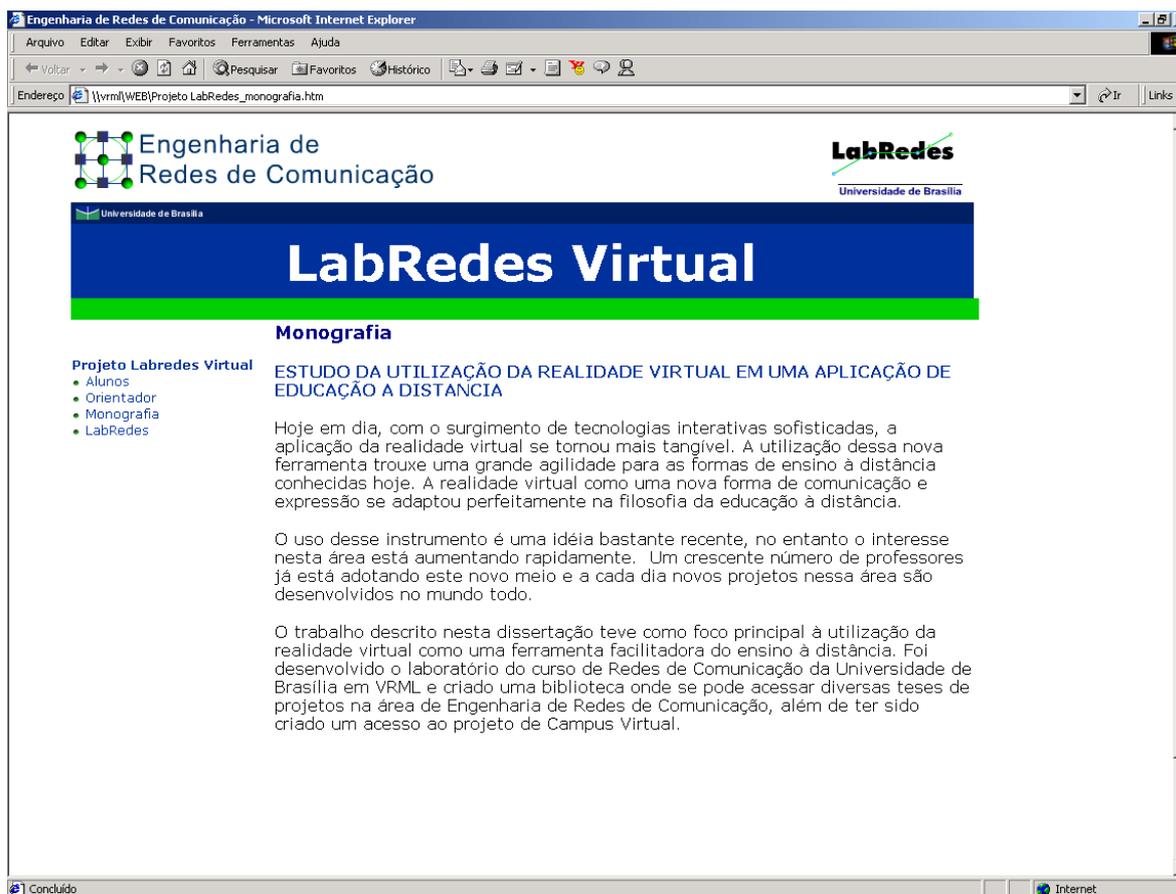


Ilustração 6-5 Tela Monografia

6.2. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

No link EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, tem-se uma visão geral do tema.

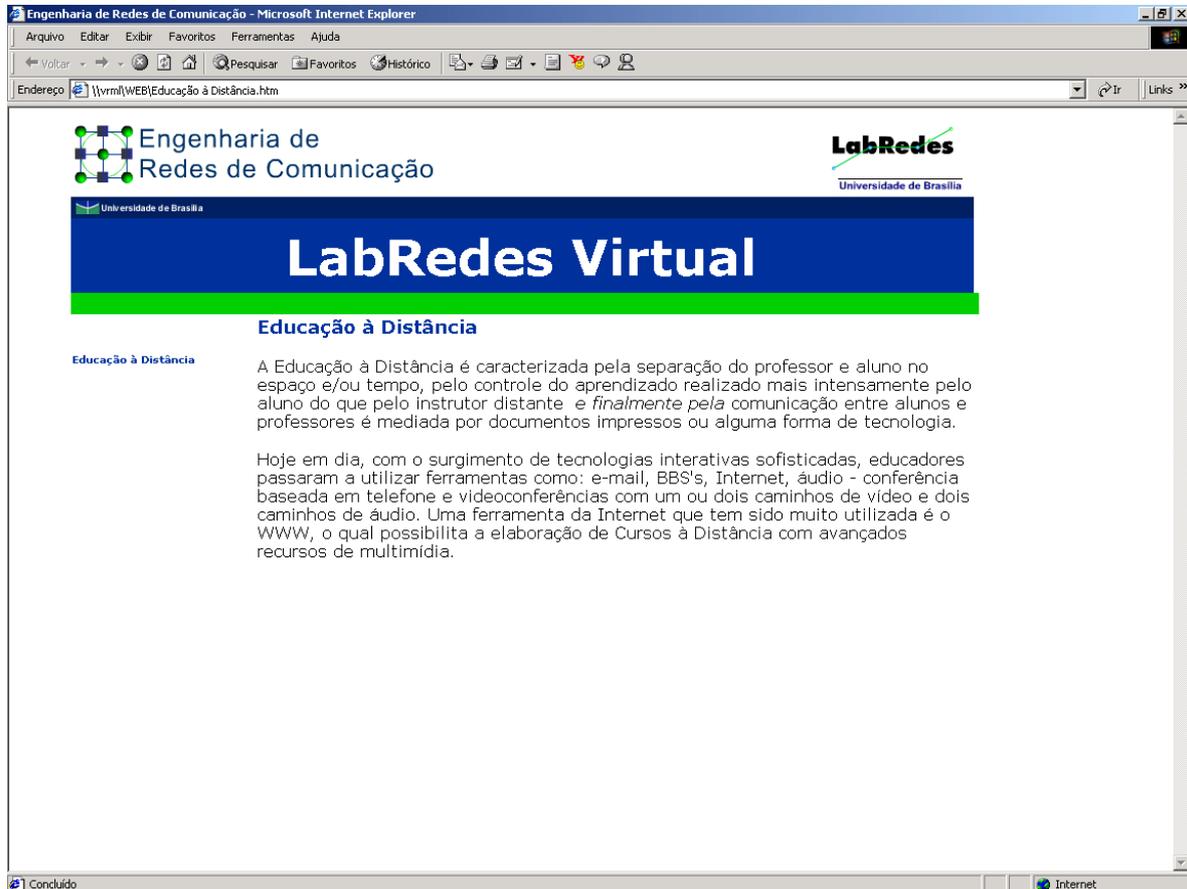


Ilustração 6-6 Tela Educação à Distância

6.3. REALIDADE VIRTUAL

Neste módulo da página é apresentada uma visão geral da realidade virtual, da utilização da RV na educação e os princípios básicos da linguagem VRML. Os links que fazem parte deste módulo são descritos abaixo.

6.3.1. Visão Geral

No link VISÃO GERAL, apresentamos uma descrição básica da realidade virtual, tipos de sistemas e de dispositivos de realidade virtual.



Ilustração 6-7 Tela Visão Geral de RV

6.3.2. RV na Educação

No link RV NA EDUCAÇÃO, é apresentado uma breve introdução sobre este tópico, anteriormente abordado neste trabalho.

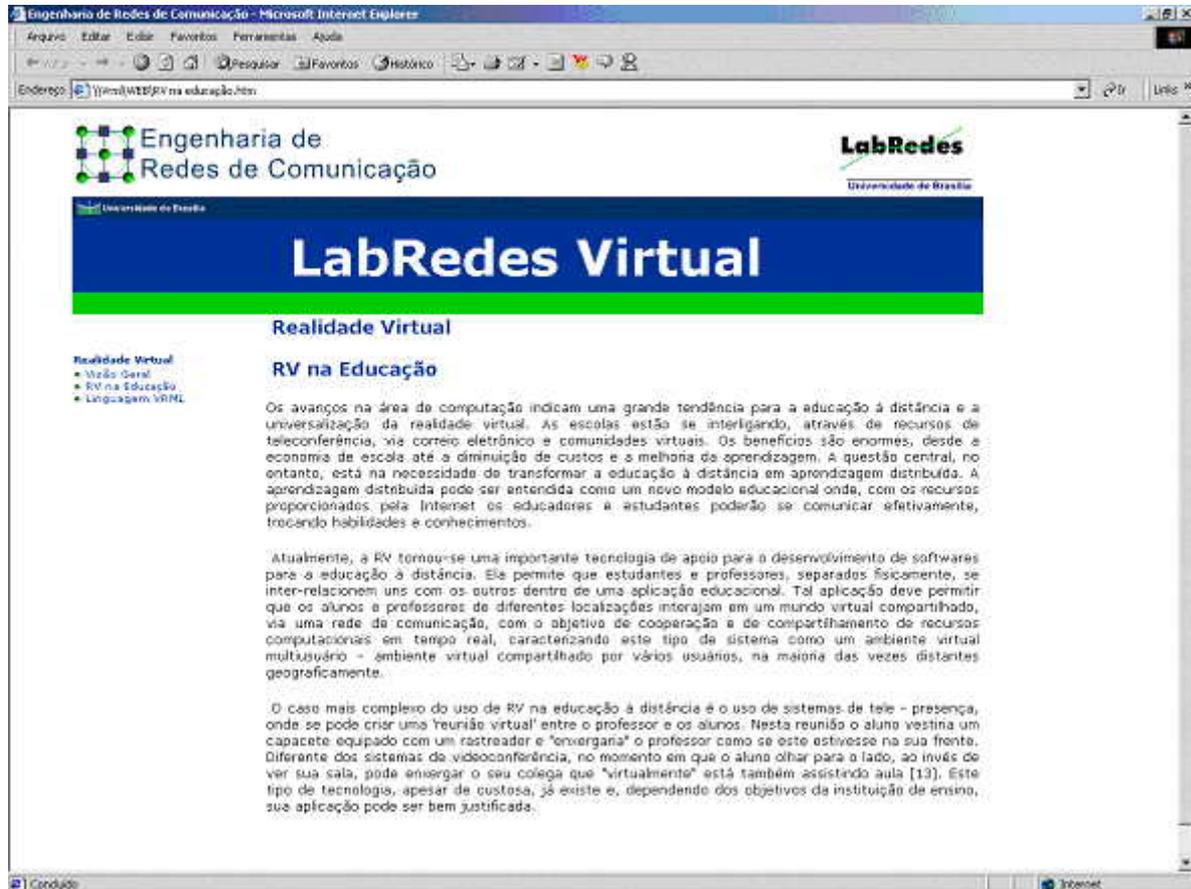


Ilustração 6-8 Tela RV na Educação

6.3.3. Linguagem VRML

No link LINGUAGEM VRML, o usuário tem acesso às informações sobre a linguagem como um todo, seu histórico e suas principais características, conforme já descrevemos anteriormente neste trabalho.

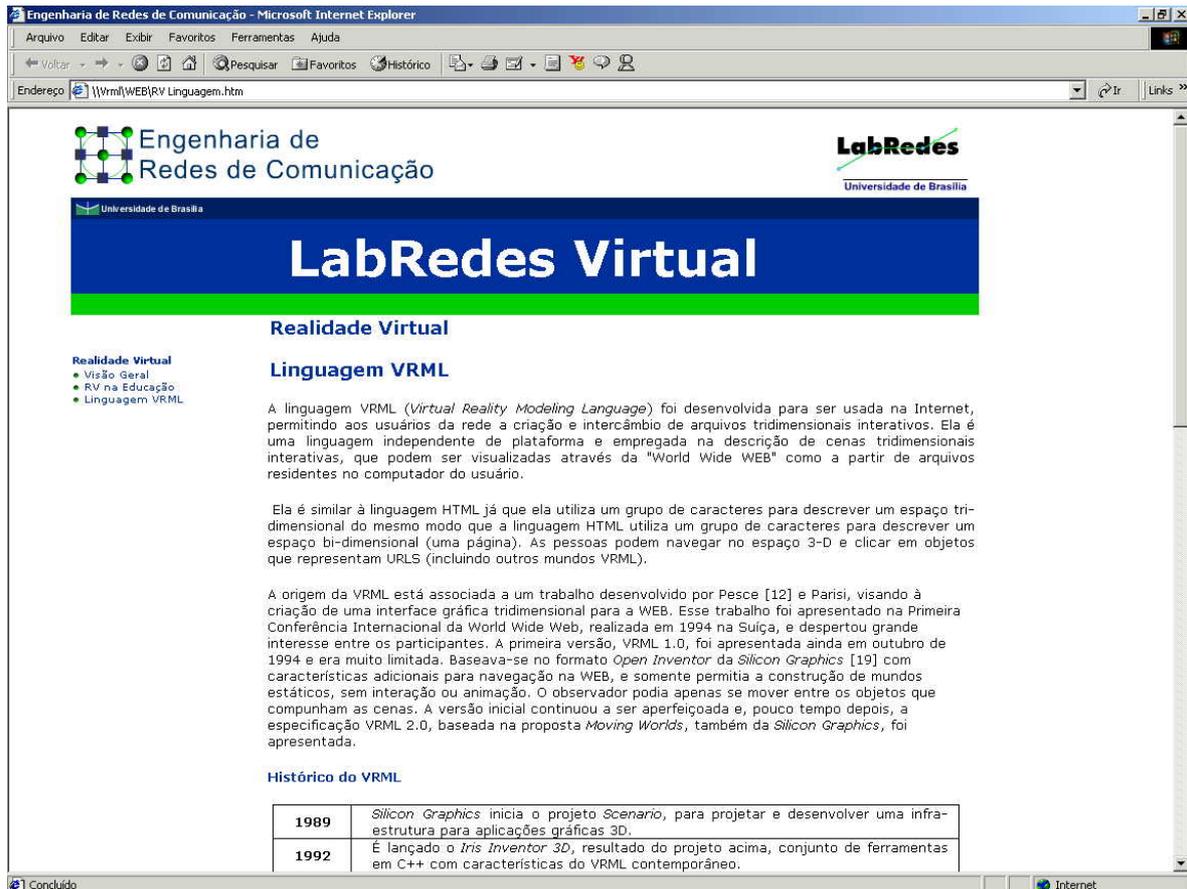


Ilustração 6-9 Tela Linguagem VRML

6.4. LABREDES VIRTUAL

Neste módulo da página é apresentada uma visão geral do projeto, da criação do mundo virtual em VRML e dos aplicativos de educação à distância utilizados, Campus Virtual e Biblioteca de Teses e Monografias. Os links que fazem parte deste módulo são descritos abaixo.

6.4.1. LabRedes Virtual

No link LABREDES VIRTUAL o usuário pode ter uma visão geral da implementação do laboratório virtual criado.

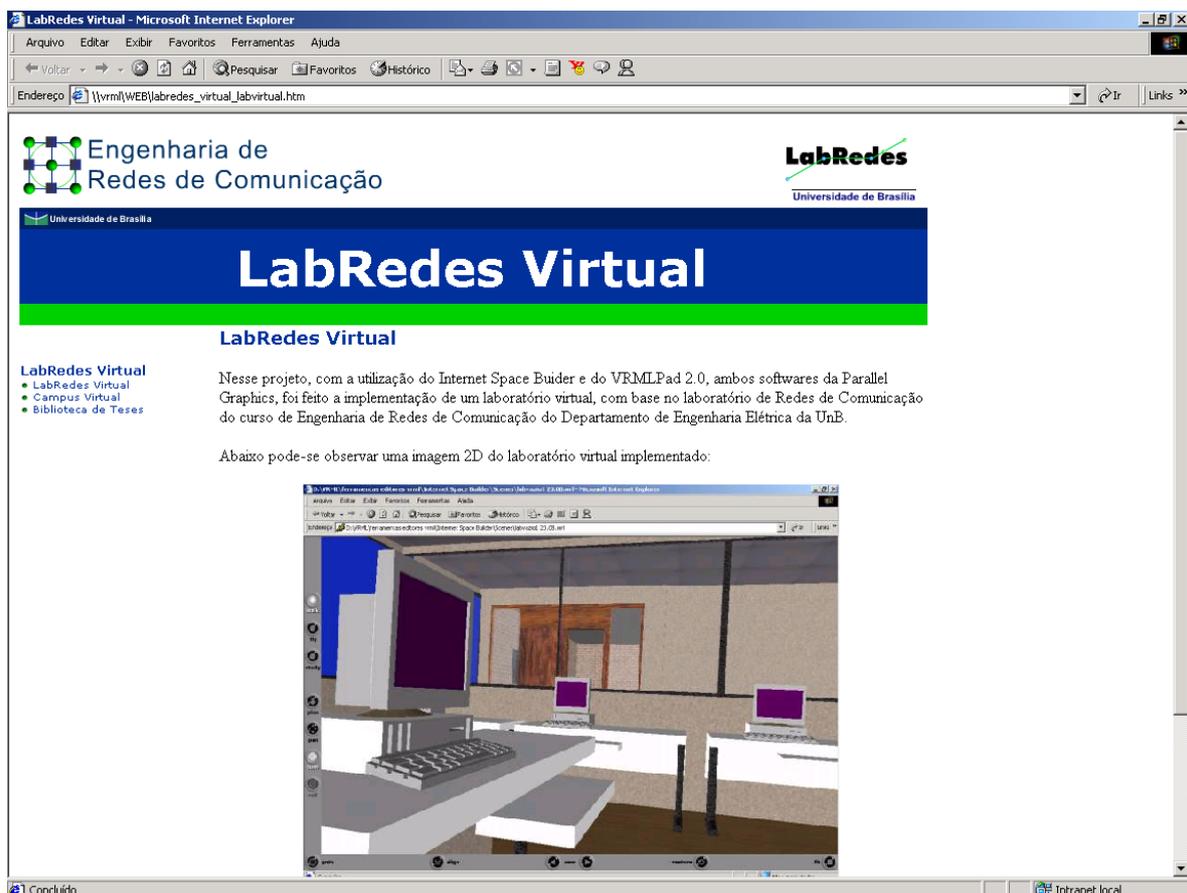


Ilustração 6-10 Tela LabRedes Virtual

6.4.1.1. Campus Virtual

No link CAMPUS VIRTUAL o usuário tem acesso as informações gerais sobre esse projeto também implementado por alunos da graduação do curso de Engenharia de Redes de Comunicação, e que faz parte do projeto de Educação à distância do LabRedes.

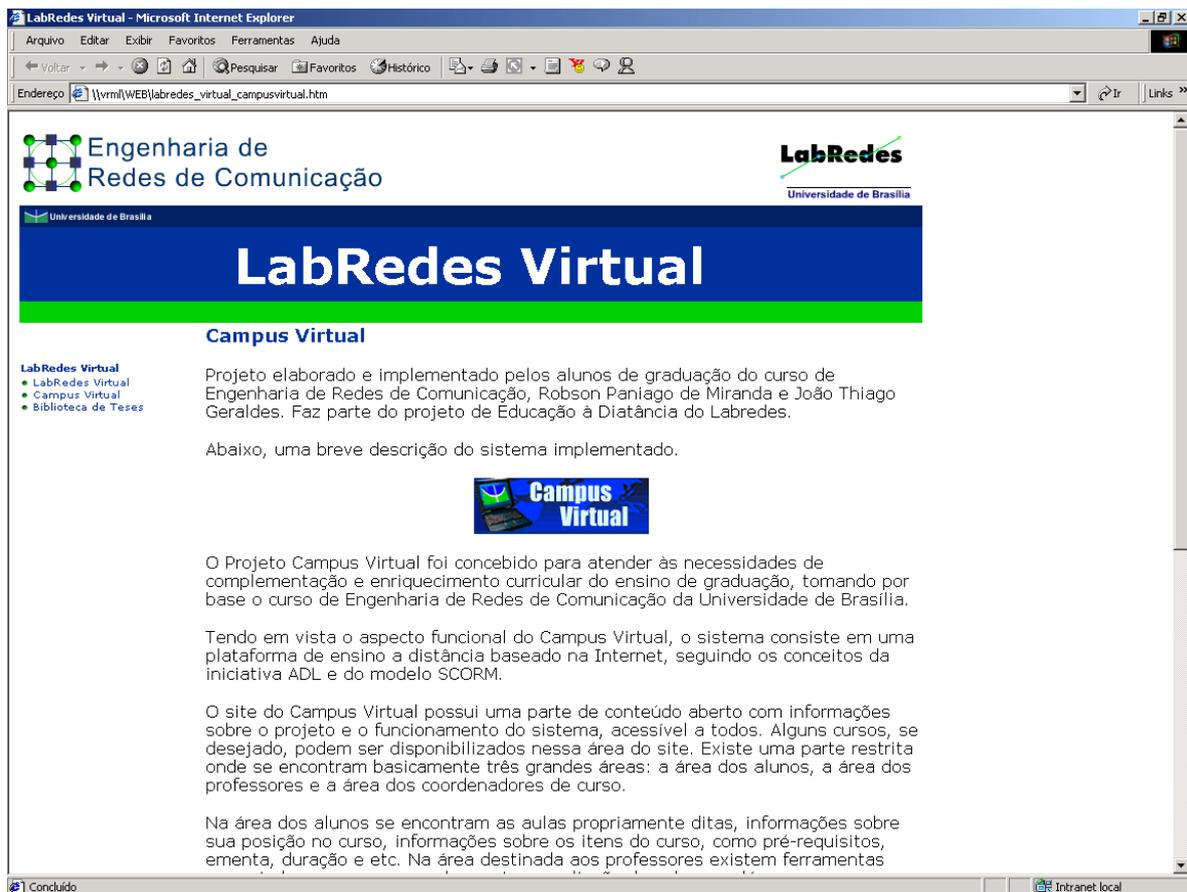


Ilustração 6-11 Tela Campus Virtual

6.4.2. Biblioteca de Teses e Monografias

Neste link BIBLIOTECA DE TESES E MONOGRAFIAS, o usuário poderá obter informações quanto às monografias disponibilizadas no LabRedes Virtual neste primeiro momento.

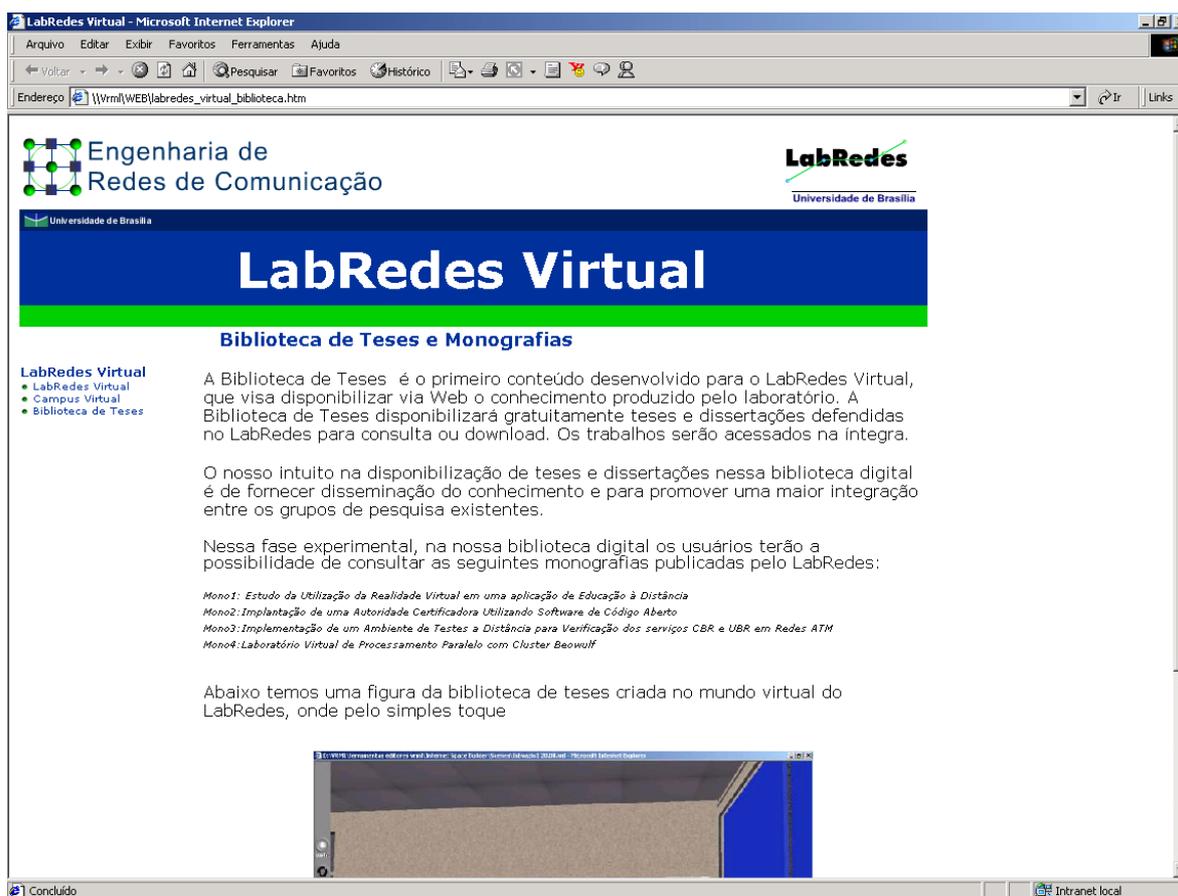


Ilustração 6-12 Tela Biblioteca de Teses e Monografias

6.5. VRML

Em VRML podem-se obter informações gerais sobre a utilização de *plug-ins*, editores e dicas de navegação em mundos virtuais programados nessa linguagem.

6.5.1. Plug-ins

Este link PLUG-INS explica ao usuário a necessidade da utilização de *plug-ins* associados aos navegadores Internet tradicionais, bem como possibilita o *download* destes, como se pode observar na ilustração 6-13 abaixo.

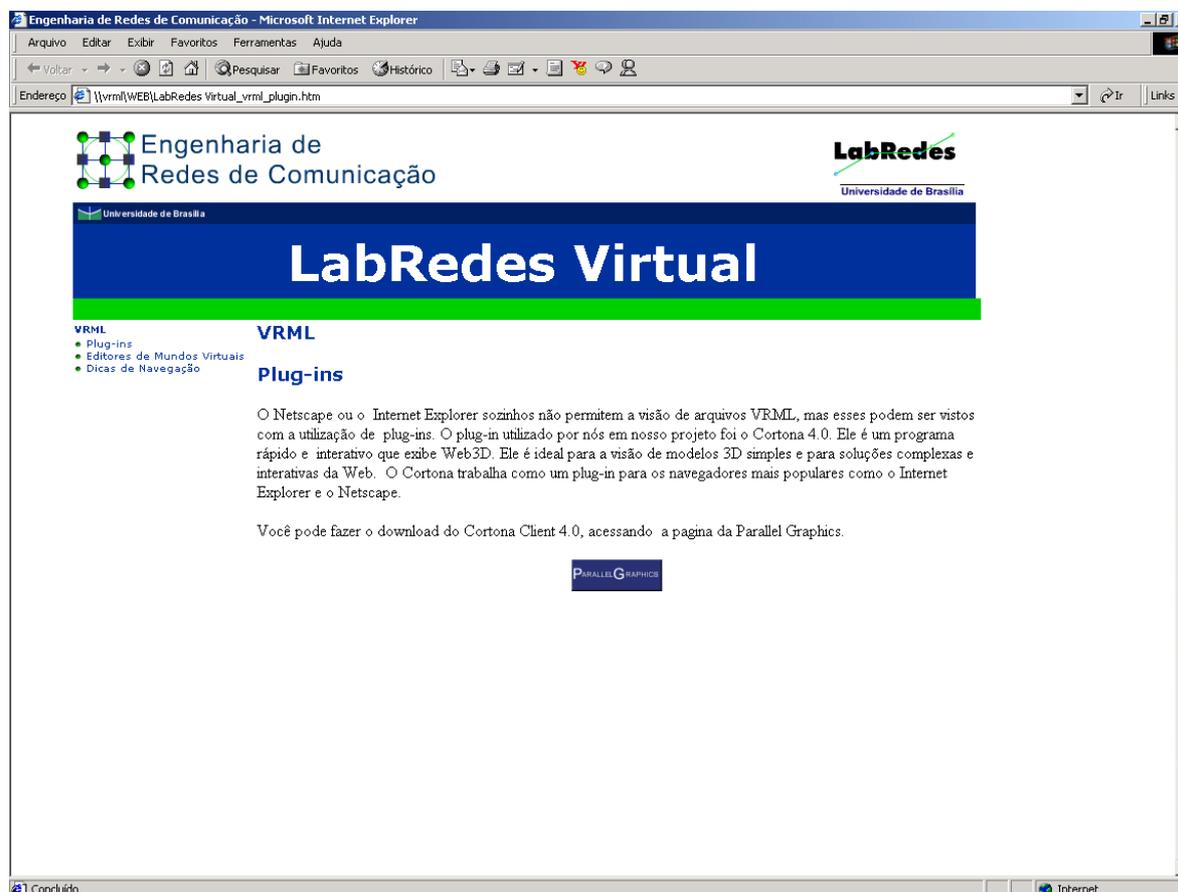


Ilustração 6-13 Tela Plug-ins de VRML

6.5.2. Editores de VRML

O link EDITORES DE VRML possui uma análise de três diferentes editores de mundos virtuais utilizando a linguagem VRML, testados e analisados durante o projeto.

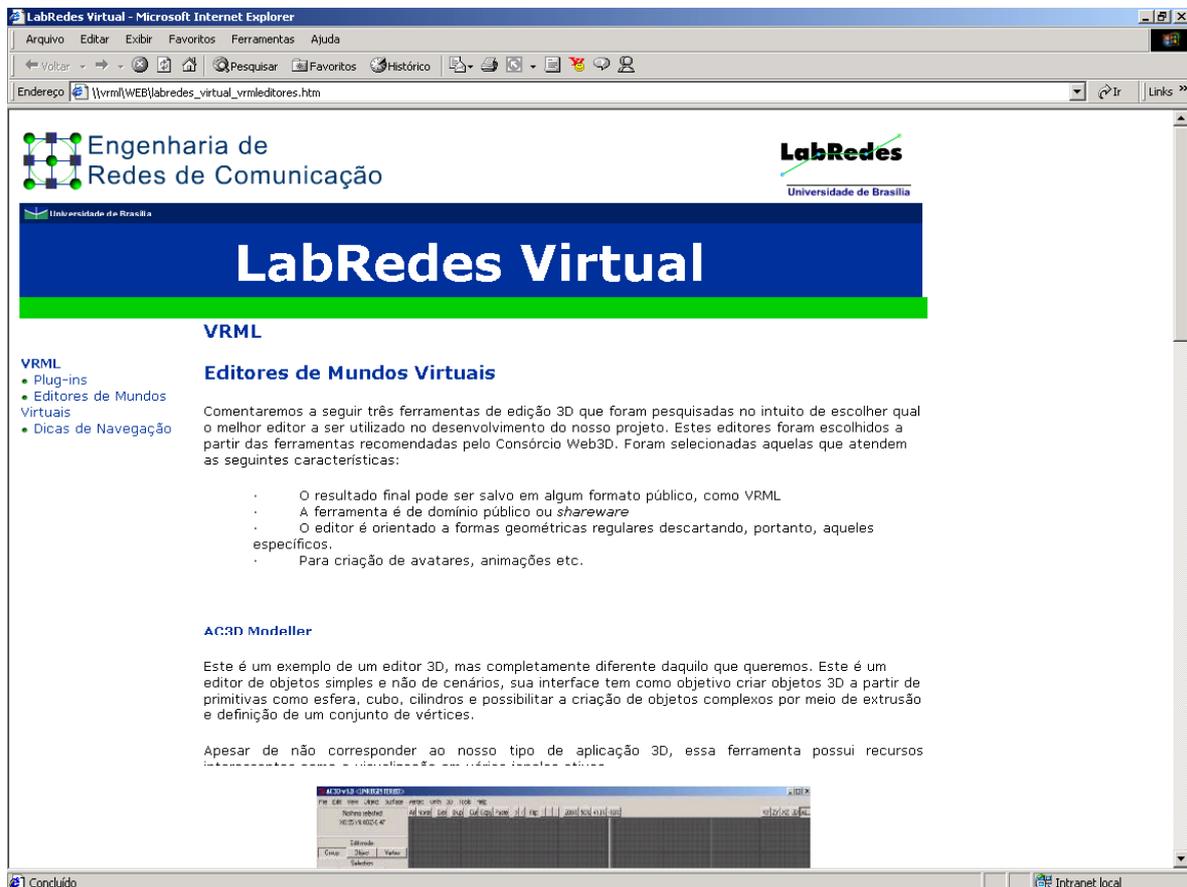


Ilustração 6-14 Tela Editores de Mundos Virtuais em VRML

6.5.3. Dicas de Navegação

No link DICAS DE NAVEGAÇÃO o usuário poderá fazer uma leitura de um pequeno manual de utilização do navegador *Cortona VRML Client*, facilitando assim a visita ao LabRedes Virtual.

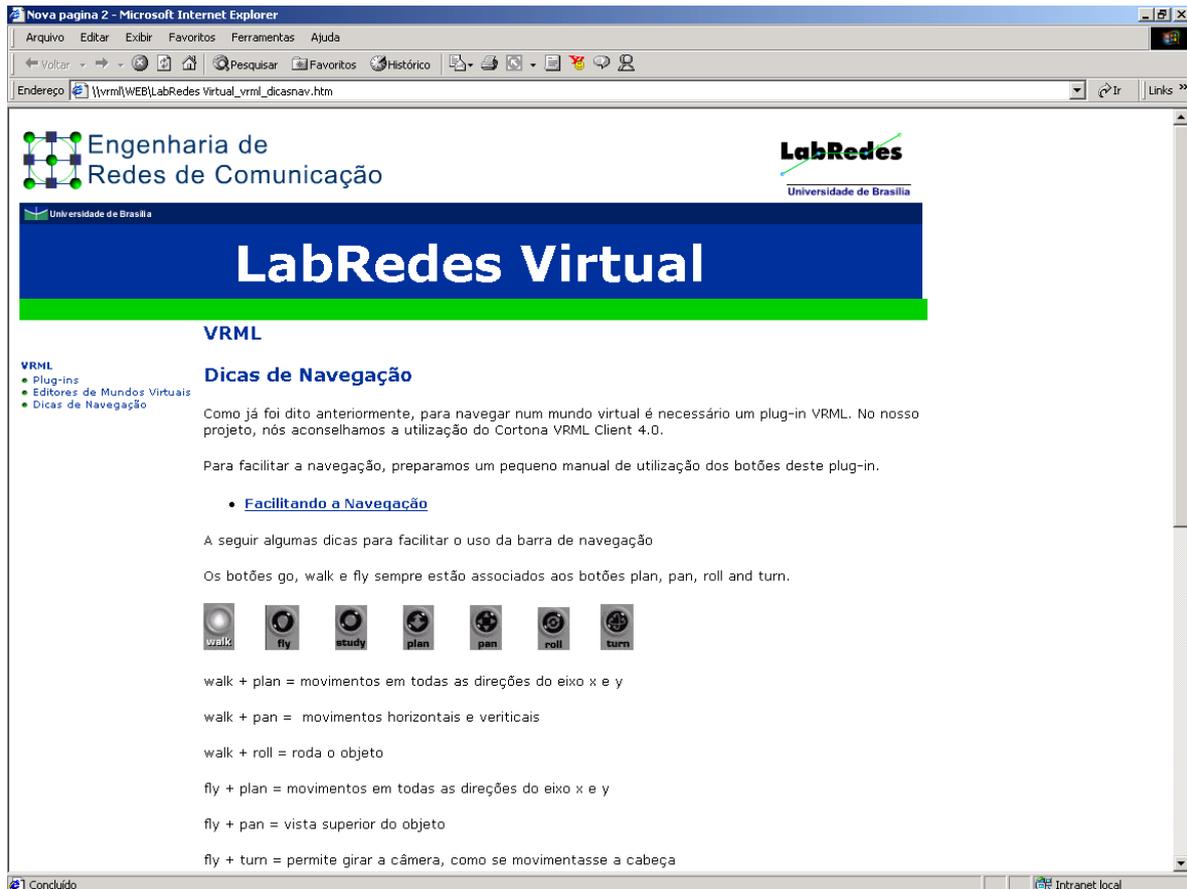


Ilustração 6-15 Tela de Dicas de Navegação em mundos virtuais utilizando o plug-in Cortona VRML Client

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um ambiente virtual adequado ao Laboratório de Redes de Comunicação, com o objetivo de, juntamente com o software Campus Virtual, introduzir uma ferramenta inovadora no projeto de ensino à distância da Universidade de Brasília, principalmente no curso de Engenharia de Redes de Comunicação. Para isso foram introduzidos os conceitos básicos de educação à distância e realidade virtual, e apresentada a linguagem de modelagem de mundos virtuais, VRML - *Virtual Reality Modeling Language*.

No início das atividades, foi feito um estudo sobre as técnicas de educação à distância e, se realmente a criação de um laboratório virtual era um mecanismo apropriado para esta atividade. Comprovada esta hipótese, estudamos os diversos conceitos de realidade virtual, com a finalidade de encontrar uma ferramenta que melhor se adaptasse ao projeto proposto.

A linguagem VRML já está consolidada no meio acadêmico pelas suas características não proprietárias e por sua fácil integração com a linguagem HTML. A versão do atual do VRML (VRML 2.0) possui características fundamentais para a integração dos aplicativos utilizados, pois cria âncoras para diferentes ambientes. Por tudo isso, a linguagem VRML foi escolhida como a ferramenta modeladora do mundo virtual construído. Existem vários editores disponíveis para essa linguagem, o que nos levou a procurar os mais apropriados para os nossos objetivos.

Depois de analisados alguns dos editores da linguagem, optamos pelos produtos da *Parallel Graphics*, empresa consolidada no mercado de WEB 3D, que ofereceu as melhores soluções para o desenvolvimento do LabRedes Virtual. Os softwares em questão, *VRMLPad 2.0* e *Internet Space Builder*, foram essenciais para a concepção do laboratório virtual.

Um dos problemas encontrados na fase final da implementação do LabRedes Virtual foi a necessidade de uma alta capacidade de processamento na máquina de desenvolvimento do projeto. Ressalta-se que o arquivo vrml (.wrl) é apenas um arquivo de texto, que é interpretado no cliente pelo *plug-in* o que diminui bastante a capacidade de transmissão da rede. Porém como o LabRedes Virtual foi implementado num único módulo, o arquivo texto é razoavelmente grande (cerca de 2MB) para ser transmitido nas condições atuais da Internet, o

que exige uma considerável largura de banda. Ou seja, para uma melhor navegação é necessário a utilização de serviços de alta velocidade de acesso.

O LabRedes Virtual, juntamente com o projeto do Campus Virtual, foi o primeiro passo na interligação da realidade virtual com a educação à distancia na Universidade de Brasília. Projetos futuros incluem a criação de mundos virtuais para todos os departamentos e uma otimização dos conceitos de ensino à distância que esta universidade possui. Entretanto, para diminuir a capacidade de processamento na máquina do usuário, a implementação da Universidade de Brasília Virtual, necessitará de uma maior modularidade do arquivo. Para isso cada departamento seria implementado em arquivos VRML independentes, e um único arquivo seria responsável pela ligação entre todos estes (isso é possível com a utilização do nó *inline*). A biblioteca de teses e monografias também será estendida, sendo que futuramente ela acomodará materiais para cursos à distância de todas as matérias aqui ministradas.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] AINGE, D. J. (s. d.) Virtual reality in Schools: The need for teacher training. Virtual reality in classrooms: A beginner's guide for schoolteachers. Acessado em: 20/07/02 <http://homes.jcu.edu.au/~eddja/e/art4/art4.html>
- [2] ALVES, J. R. M. "Educação à distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem". Acessado em <http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201a1.htm>
- [3] BURDEA, G., COCO, G. (1994). Virtual Reality Technology. John Wiley & Sons, New York, NY. Acessado em: 20/07/02 <http://orgwis.gmd.de/projects/W4G/proceedings/visual.html>
- [4] CASTRO, P. F , NUNES, I. B. "Centros de Teleducação e Multimídia". Brasília: IBASE/FUNDAR
- [5] GERALDES, J. T. & MIRANDA, R. P. Campus Virtual: Plataforma de Ensino à Distância na Internet.
- [6] HANCOCK, D. - Viewpoint: Virtual Reality in Search of Middle Ground, IEEE Spectrum, 32(1):68, Jan 1995
- [7] ISDALE, J. (1993). What is Virtual Reality Acessado em: 20/07/02 <http://www.cms.dmu.ac.uk/~cph/VR/whatisvr.html>
- [8] KIRNER, C. (1996). Sistemas de Realidade Virtual. Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual, Departamento de Computação, UFSCar, Acessado em: 20/07/02 <http://www.dc.ufscar.br/~grv>
- [9] MORIE, J.F. – Inspiring the Future: Merging Mass Communication, Art, Entertainment and Virtual environments, Computer Graphics, 28(2):135-138, May 1994.
- [10] NUNES, Ivônio B Modalidades Educativas e Novas Demandas por Educação, Educação a Distância, Brasília, maio de 2001
- [11] NUNES, Ivônio B. "Pequena Introdução à Educação a Distância". Educação a Distância. n°. 1, junho/92. Brasília
- [12] PESCE, M., "A brief history of Cyberspace" Acessado em 14/07/02 <http://www.zdnet.com/products/vrmluser/perspectives/mp.history.html>
- [13] PINHO, M. S. (1996). Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação. Acessado em: 20/07/02 <http://grv.inf.pucrs.br/Pagina/Educa/educa.htm#Links>

- [14] SOUSA, M. G. “Educação a Distância: Caminhos e Perspectivas na Construção da Cidadania”. IN: Educação a Distância. Brasília: INED, 1994, Vol. 3, nº 6, pp.19-22
- [15] SOUZA A. L. e OLIVEIRA J. C. Usando a Tecnologia VRML como Ferramenta Educacional na Formação de Engenheiros Eletricistas Acessado em 10/08/02
<http://www.asee.org/international/INTERTECH2002/166-p.pdf>
- [16] An Overview of the Virtual Reality Modeling Language Version 2.0 August 4, 1996 . Acessado em 15/07/02
<http://www.vrml.org/VRML2.0/FINAL/Overview.html>
- [17] Internet Space Builder, Acessado em 05/06/02
<http://www.parallelgraphics.com/products/isb>
- [18] Introdução à VRML 2.0 Acessado em 20/08/02
<http://www.inf.pucrs.br/~manssour/VRML/LinksArquivos.html>
- [19] The Virtual Reality Modeling Language Specification, Acessado em 15/07/02
<http://www.vrml.org/VRML2.0/FINAL/>
- [20] The Virtual Reality Modeling Language. Acessado em 01/08/02
<Http://www.WEB3d.org/technicalinfo/specifications/vrml97/part1/nodesRef.html#Anchor>
- [21] Tutorial de VRML 2.0 Acessado em 10/08/02
http://www.lrv.eps.ufsc.br/port/bibiloteca/tutoriais/vrml/vrml_tut.html
- [22] Um Pouco da História da Educação à distância Acessado em 24/07/02
http://www.intelecto.net/ead/modalidades.htm#_edn3
- [23] Decreto 2.494, de 10.02.1998

