

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

LUCIANO FLECK

MUSEU VIRTUAL – MATERIOTECA FEEVALE

Novo Hamburgo, novembro de 2007.

LUCIANO FLECK

MUSEU VIRTUAL – MATERIOTECA FEEVALE

Centro Universitário Feevale
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Curso de Sistemas de Informação
Trabalho de Conclusão de Curso

Professor Orientador: Marta Rosecler Bez

Novo Hamburgo, novembro de 2007.

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário muita dedicação, assim como exigiu muito tempo para que o mesmo fosse realizado. Diante disto gostaria de agradecer a algumas pessoas especiais que de alguma forma deixaram a sua contribuição.

A minha amada Andréia pelo apoio, carinho, compreensão e companheirismo. Amor você foi demais.

A meu pai e a minha mãe pela compra do notebook, que foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho, devido as reuniões na Feevale.

A grande e excelente orientadora, professora Marta Rosecler Bez, e com total certeza posso afirmar que sem ela não teria conseguido desenvolver tal proposta.

Ao professor Juliano Varella de Carvalho pelo auxílio nos passos iniciais do projeto e durante o desenvolvimento do mesmo.

Professora Cláudia Camerini Correa Perez e seus alunos da Escola de Aplicação da Feevale

que sem dúvida foram muito importantes para que fosse possível chegar a uma qualidade indiscutível no desenvolvimento dos materiais.

Não poderia deixar de mencionar o autor de um trabalho muito qualificado e que foi fundamental para o desenvolvimento deste projeto, o Sr. Alexandrino José Marques Gonçalves, com a sua obra Fórum Flaviano de Conimbriga de Portugal.

Agradeço também a todo o pessoal da Materioteca Feevale, que foram muito prestativos nos serviços e atendimentos.

Seriam necessárias muitas páginas ainda para enumerar todas as pessoas que eu gostaria de agradecer. Então deixo aqui registrado todo o meu carinho para aquelas que não foram citadas. Muito obrigado a todos.

RESUMO

A modelagem 3D de ambientes teve sua aplicação inicial pelos museus, que viram na tecnologia uma forma de levar suas exposições aos usuários em vez do usuário se deslocar ao ambiente. Neste trabalho, aproveita-se a experiência da modelagem de ambientes de museus para modelar a Materioteca Feevale. Foi desenvolvido em VRML tanto o ambiente onde se localiza a Materioteca, quanto móveis e objetos expostos. O ambiente modelado em 3D passou por ajustes na tentativa de construir um ambiente leve, que possa ser acessado por usuários comuns, bastando para isso que tenha instalado um plugin. A integração com o Banco de Dados da Materioteca permite que o produto acessado e visualizado em 3D seja examinado por todos os ângulos e sua ficha técnica seja disponibilizada a um clique do mouse. Três categorias de materiais foram modelados e estão disponíveis hoje no sistema e um padrão de desenvolvimento estabelecido para a continuação dos trabalhos.

Palavras-chave: Realidade virtual. Museu virtual. Materioteca Feevale. Modelagem. VRML.

ABSTRACT

The 3D room modeling was firstly used by the museums which found in the technology a way to take its expositions to the users in spite of making the user move from his place to the museums. The great museum rooms modeling experience has been used in this study to model the “Materioteca Feevale”. Not only the room itself, but also the furniture and objects exposed at the “Materioteca” have been developed in VRML. The place modeled in 3D went through some adjustments with the aim of building a light room that can be accessed by any user connected to a plugin. The interaction with the “Materioteca” data bank allows the product searched and seen in 3D to be seen in all angles and its data sheet is a mouse click away. 3 categories of materials were modeled and are available in the system and a development standard has been established to continue the work.

Key words: Virtual reality. Virtual museum. Materioteca Feevale. Modeling. VRML.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Museu de Ciências e Tecnologia - PUCRS.....	22
Figura 1.2 – Projeto Portinari	22
Figura 1.3 – Museu Virtual de Artes	23
Figura 1.4 – Biblioteca Virtual	24
Figura 2.1 – Estantes para exposição dos materiais	26
Figura 2.2 - Tela para consulta dos materiais.....	27
Figura 2.3 – Arquitetura da WebMaterioteca.....	29
Figura 2.4 – Classificação dos materiais	30
Figura 3.1 – Exemplo dos compósitos. Frente, verso, borda lateral, borda superior e objeto 3D	35
Figura 3.2 – Exemplo dos naturais. Frente, verso, borda lateral, borda superior e objeto 3D ..	35
Figura 3.3 – Exemplo dos polímeros. Frente, verso e objeto 3D	36
Figura 3.4 – Estante com os materiais.....	37
Figura 3.5 – Cadeira	38
Figura 3.6 – Prateleira individual	38
Figura 3.7 – Prateleira clonada.....	39
Figura 3.8 – Mesa.....	39
Figura 3.9 – Parede.....	40
Figura 3.10 – Porta principal	40
Figura 3.11 – Janela.....	41
Figura 3.12 – Materioteca 3D.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Definição de museu virtual.....	20
----------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ER	Entidade Relacionamento
HTML	Hiper Text Markup Language
ICHIM	International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums
ICOM	Conselho Internacional de Museus
ILAM	Instituto Latino-Americano de Museus
JPG	Joint Photographic Experts Group
JSP	Java Server Pages
MCT	Museu de Ciências e Tecnologia
MNA	Museu Nacional de Arqueologia
MUVA	Museu Virtual de Artes
PDF	Portable Document Format
RFID	Radio Frequency Identification
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
VRML	Virtual Reality Modeling Language
XML	Extensible Markup Language
WRL	World

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 HISTÓRICO DOS MUSEUS E A INTERNET	15
1.1 Exemplos de ambientes	21
2 MATERIOTECA FEEVALE	25
2.1 Estudo sobre a Materioteca	25
2.2 Recursos utilizados	26
2.3 Tecnologia	28
2.4 Materiais	30
2.5 Modelagem	31
3 WEBMATERIOTECA 3D	32
3.1 Equipe e forma de trabalho.....	32
3.2 Objetos.....	33
3.3 Materiais	34
3.3.1 Compósitos	34
3.3.2 Naturais.....	35
3.3.3 Polímeros	35
3.4 Ambiente	36
3.4.1 Estante.....	36
3.4.2 Cadeira.....	38
3.4.3 Prateleira	38
3.4.4 Mesa.....	39
3.4.5 Parede	39
3.4.6 Porta principal.....	40
3.4.7 Janela	40
3.4.8 Materioteca 3D	41
4 MELHORIAS EM TERMOS DE PERFORMANCE	43
4.1 Otimizações	43
4.1.1 Âncoras	43
4.1.2 Instanciação (Clonagem)	45
4.1.3 Iluminação	47
4.1.4 Detecção de colisões.....	48
4.1.5 Texturas	49
CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

ANEXOS	56
ANEXO A – ER DA MATERIOTECA FEEVALE	57
ANEXO B – ATAS DE REUNIÕES	58
ANEXO C – LISTA DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS	67

INTRODUÇÃO

A computação gráfica é uma realidade que está fazendo parte de nossos dias, sendo que cada vez mais pessoas procuram por tecnologias novas e, entre elas, está a construção de ambientes virtuais. Um ambiente virtual consiste em representar algo físico já existente ou não em imagens 3D. Desta forma, ao invés do visitante se deslocar até o local da amostragem, isto pode ser feito por intermédio de um programa que reproduzirá o ambiente.

A importância da passagem para o ambiente 3D é que, dessa forma, se reproduz o mais próximo possível do real o local. Para obter esse ambiente próximo do real é possível o uso de textura, luzes e espessura em objetos.

A proliferação da internet nos mais diversos meios de comunicação atingiu também a área da museologia. Os *sites* relacionados a este tema obtiveram uma alavanca a partir dos anos 90 (Henriques, 2004), mas muitos museus ainda não possuem um *site* para divulgação, e por outro lado, alguns possuem, mas são páginas que referenciam apenas informações básicas ou que disponibilizam algum *link* para que se entre em contato com a instituição.

Com relação a este assunto, em 1991 realizou-se a primeira conferência sobre o uso da interatividade nos museus, conferência esta realizada em Pittsburg, na Pensilvânia (ICHIM, 1991). Existe outra conferência realizada a cada dois anos nos Estados Unidos e em alguns países da Europa conhecida como ICHIM – *International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums* (ICHIM, 1991). O objetivo principal dessas conferências é alavancar a interatividade e a qualidade dos ambientes reproduzidos dos museus. Já, em 1993, ocorreu em Cambridge um congresso sobre a interatividade nos museus denominada MDA – *Museum Documentation Association* (ICHIM, 1993).

Existem também debates realizados a partir de 1997 (*Museums and the Web*, 1997). A primeira conferência sobre museus e internet realizou-se em Los Angeles, na Califórnia, e foi denominada como *Museums and Web*. Desde então, essa conferência realiza-se

anualmente nos Estados Unidos ou no Canadá, reunindo profissionais ligados a áreas de novas tecnologias relativas aos museus.

Em Portugal, pode-se destacar o Museu Nacional de Arqueologia, premiado pela Unesco em 2002 com *Web Art d'Or*, de melhor *site* de museus do mundo (MNA, 2007).

Um autor de destaque na questão de museus virtuais citado em Henriques (2004) é Deloche, que em sua obra *Le Musée Virtuel*, publicada em 2001, estuda a virtualidade nos museus. Especializado em museu da arte, ele afirma que o museu é um templo da imagem, utilizando desta forma um conceito de museu paralelo, ou seja, o museu existe na virtualidade, sendo quase um substituto do museu físico.

Outro conceito de museu virtual destacado no trabalho de Henriques (2004) refere-se a Battro, pois ele prioriza a idéia de um museu virtual denominado imaginário, onde pode-se mencionar que: “O museu virtual é muito mais do que colocar fotos na Internet das reservas, coleções permanentes e exposições temporárias. Trata-se de conceber um museu novo”. (BATTRO, apud HENRIQUES, 2004, p.7).

Um museu virtual pode ser desenvolvido em diversas plataformas e, segundo Barros (2004), VRML (Virtual Reality Modeling Language) é uma linguagem de descrição de ambientes computacionais, usando elementos geométricos. Neste ambiente o usuário navega e interage com os seus componentes.

O MUVA, Museu de Artes Visuais do Uruguai, mantido pelo jornal El Pais, foi desenvolvido com a linguagem VRML. Ao acessar o museu o visitante tem a nítida impressão de que realmente está dentro de um museu, pois existe a representação da recepção, escadas, salas e corredores (MUVA, 2007).

A Biblioteca Virtual de Teses do curso de Engenharia de Redes da Universidade de Brasília (LABREDES, 2007) é um exemplo de desenvolvimento em VRML, mesmo não sendo um museu, é importante citar por ter sido desenvolvido no Brasil e ser semelhante ao que se está desenvolvendo neste TC.

Um exemplo valoroso para ser citado é o trabalho de dissertação realizado por Gonçalves (2002), na Universidade de Coimbra, denominado Reconstrução de ambientes históricos utilizando o VRML: o caso do Fórum Flaviano de Conimbriga. Com relação a este trabalho pode-se destacar:

- Um dos maiores projetos Europeus com relação a realidade virtual denominado

Archeoguide, que tem como pretensão ousada e inovadora o emprego de técnicas alternativas. O projeto propõe o emprego de tecnologias como computação móvel, realidade aumentada, visualização 3D, redes de dados. Por intermédio de um consórcio de empresas e universidades, a universidade britânica Brunel participa de um projeto apoiado pela União Européia denominado *3D Murale*. Projeto esse que consiste no desenvolvimento de ferramentas multimídia 3D para reconstrução, medição e visualização de lugares arqueológicos na Europa.(GONÇALVES, 2002).

- A reconstrução virtual do Castelo de Huys Hengelo, iniciou-se em 1999 através de alunos e professores da Universidade de Twente na Holanda. Projeto esse que previa a construção de toda a estrutura do castelo, incluindo a área pertinente ao pátio. (REIDSMA et al, apud GONÇALVES, 2002, p.36).

O ambiente onde este trabalho está sendo desenvolvido é a Materioteca Feevale, bastante semelhante aos exemplos apresentados anteriormente.

Em 2003, após a aprovação do projeto inicial, a Feevale conseguiu iniciar a implementação da sua Biblioteca de Materiais - Materioteca. Esse projeto foi financiado pelo FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnologia (SCHWEIGERT; JOST; CARVALHO, 2004).

Com a implementação da Materioteca, a Feevale conquista um espaço importante para a amostragem dos mais variados materiais, com diversas formas de acabamento, catalogando e disponibilizando para pesquisa os exemplares expostos. Inicialmente, o projeto contemplava materiais relacionados a área coureiro-calçadista.

A proposta não era somente implantar fisicamente a Materioteca, mas sim, desenvolver e criar um sistema para que as informações e características de cada amostra fossem consultadas de qualquer ambiente externo a Feevale. Para isto foi desenvolvido um sistema de informação (WebMaterioteca), onde existe um cadastro em banco de dados dessas informações, e também o desenvolvimento da interface para a consulta.

A partir dos estudos dos museus virtuais e percebendo a necessidade de aprimorar a Materioteca Feevale surge a idéia deste trabalho.

O objetivo é desenvolver, através da linguagem de modelagem 3D, parte da visualização da Materioteca Feevale e dos materiais expostos, pois desta forma os visitantes terão uma idéia de como realmente é o ambiente na instituição e de que maneira os materiais estão dispostos, podendo visualizá-los sob todos os ângulos. Com isso a Materioteca deixa de

ser uma página somente de visualização e passa e ser uma página onde o visitante poderá interagir.

O sistema proposto é desenvolvido em um ambiente 3D, e são obtidas informações de um banco de dados onde já existem armazenadas as especificações técnicas de cada material exposto na Materioteca. A proposta se destina a aproveitar as informações existentes, fazendo o *link* do banco com a linguagem utilizada para o desenvolvimento. As vantagens desse sistema são muitas, dentre as quais podem ser destacadas:

- Acesso para um grande número de pessoas externas a instituição, público esse que muitas vezes encontra-se distante do campus;
- Linguagem enxuta, facilitando a navegação mesmo que o visitante não possua uma máquina com um grande poder de processamento;
- Análise visual facilitada, pois o objeto, assim como o local, será modelado em 3D;
- Fácil identificação em relação a disposição do material consultado dentro das dependências da Materioteca física;
- Realismo conseguido através da modelagem 3D;
- Opção de escolha de uma linguagem *free*, facilitando o acesso, e com isso, aumentando a quantidade potencial de usuários.

Assim, no primeiro capítulo deste trabalho, faz-se um estudo referente ao histórico dos museus, detalhando-se a origem desse movimento. Para tanto, citam-se conferências, o movimento denominado Nova Museologia, o estudo de alguns autores de destaque na área da museologia bem como alguns exemplos de *sites* de museus. No segundo capítulo, descreve-se o projeto que deu origem à Materioteca Feevale, assim como os recursos usados para o desenvolvimento, materiais que fazem parte do acervo e o diagrama ER (Entidade-Relacionamento). No terceiro capítulo, aborda-se o tema WebMaterioteca 3D, onde são relatados o procedimento de início dos trabalhos para o desenvolvimento, a formação da equipe de trabalho, os objetos que foram desenvolvidos, assim como a estante onde os materiais estarão dispostos. No último capítulo, abordam-se as técnicas usadas para ganho de performance e as otimizações feitas para que fosse possível desenvolver este trabalho.

1 HISTÓRICO DOS MUSEUS E A INTERNET

No contexto histórico, o museu sendo reconhecido como um lugar institucional é um fato um tanto quanto recente, pois há registros disto somente a partir do século XVIII. No século seguinte, essas instituições ganharam prestígio e foram valorizadas de tal forma que com o poder passaram a ocupar um lugar de destaque cultural. A grande mudança que marca e identifica o conceito da museologia do século XX é a participação das pessoas no processo museológico, percepção, e idéias que realmente redefinem objetos expostos nas salas e corredores de museus.

Tais mudanças em conceitos e valores foram realmente importantes com o passar dos tempos, pois no princípio os museus eram responsáveis apenas por mostrar, expor objetos e tradições que diziam respeito as classes dominantes naquele período da história. Desta forma, os objetos eram simplesmente colocados em exposição por fazerem parte da cultura da elite.

O colecionismo também fez parte do retrato dos museus, onde “os objetos tradicionalmente relacionados pelos museus não foram, na sua maioria, selecionados com o objetivo de criar coleções representativas de uma sociedade num determinado momento” (MAURE, apud HENRIQUES, 2004, p.25). Desta forma, o que estava sendo exposto nos museus necessariamente não representava a cultura e a tradição daquele país, e sim, o que era valioso perante os olhos do mundo.

A representatividade dos museus é concebida por trabalharem com o patrimônio, sendo que sua própria origem inspira em trabalhar, mexer com a memória das pessoas.

Na década de 60 houve uma mudança no conceito de museu, passando assim a exercer o papel de articulador cultural, tornando-se responsável por impulsionar o processo de musealização do patrimônio popular, das tradições, gestos e obras pertinentes há uma determinada etapa da história de cada comunidade. Com este novo conceito de museu surge

um movimento denominado Nova Museologia (HENRIQUES, 2004), exercendo e sendo um grande incentivador para a mudança na concepção dos museus.

O Movimento Nova Museologia tem o seu grande diferencial em necessitar da participação da sociedade de um determinado local para resgatar a sua cultura e tradições, fazendo com que as mesmas auxiliem na construção dos museus.

A ação dos museus em relação a produção do conhecimento caracteriza-se em três etapas:

- Pesquisa: é a interação através da análise da realidade, levando em consideração a qualificação da informação para que possa ser considerada como patrimônio cultural;
- Preservação: deve ser feita levando em consideração o que for referência para conseguir identificar, da melhor maneira possível, cada fase ou período em específico de uma comunidade;
- Comunicação: presente em todo o processo, peça fundamental para que se consiga identificar e transmitir de forma correta todo o conhecimento, representando assim uma determinada cultura de forma correta.

As etapas da musealização são muito importantes pois determinam e mostram novos valores que devem ser levados em conta para que seja possível expressar da melhor forma tudo o que está tentando ser mostrado e colocado em evidência na cultura de uma determinada comunidade.

Para o desenvolvimento do movimento denominado Nova Museologia, foram realizadas discussões e encontros sobre a função do Museu na América Latina, encontro este ocorrido em Santiago no Chile em 1972 (ICOM, 2007). Frente a isto os museus latino-americanos colocaram em pauta o assunto e, em consequência deste encontro, chegou-se a quatro decisões de grande referência para a Nova Museologia que foram:

- Adaptar os museus latino-americanos para uma nova realidade onde, não apenas deve ser preservado o patrimônio, mas também fazer com que o mesmo seja revertido para a comunidade;
- O museu não deve somente trazer o passado a tona, mas sim ter como ponto de

vista o presente, preparando-se para atender o futuro;

- Criação de um novo tipo de museu: o museu integral, inspirado no conceito de ecomuseu europeu, museu este direcionado a comunidade;
- Criou-se a Associação dos Museus Latino-Americanos.

Pode-se citar também a ILAM, Instituto Latino-Americano de Museus, fundado em dezembro de 1997, que abrange a América Latina e Caribe. Tem como missão “contribuir com a investigação, comunicação e com a qualificação dos museus latino-americanos, fazendo com que essas instituições sejam agentes de mudança e desenvolvimento para as comunidades a que servem” (ILAM, 2007, p.1).

O ecomuseu pode ser definido como sendo um museu que trabalha com os elementos naturais e culturais que representam o meio ambiente. Recria-se um ambiente, reconstituindo uma passagem da história por uma determinada região do país, valorizando assim a cultura e fatos marcantes de um lugar. Pode-se citar como exemplo o Ecomuseu do complexo de Itaipu, no Paraná, pois foi o pioneiro na América Latina e está em funcionamento desde 1987 (ECOMUSEU, 2007).

A Nova Museologia faz com que o museu esteja em contato com a comunidade, tendo assim um vínculo, valorizando a sociedade juntamente com o patrimônio cultural produzido pela sociedade e para a sociedade. Em virtude dessas situações que o museu passou a ser visto como sendo um local, uma instituição voltada para o desenvolvimento e não mais somente um lugar onde pessoas transitam e onde obras e objetos estão sendo expostos.

No trabalho realizado por Henriques (2004), Mário Moutinho diz que “não foi a museologia tradicional que evoluiu para uma Nova Museologia, mas sim a transformação da sociedade que levou à mudança dos parâmetros da museologia” (MOUTINHO, apud HENRIQUES, 2004, p.35).

Visando renovar o processo de aprendizagem e divulgação, os museus também sentiram a necessidade de, cada vez mais, estarem presentes no dia-a-dia das pessoas, aproximando-se delas, encurtando distâncias. Desta forma, uma ferramenta muito importante para que tudo isto aconteça é a internet. A internet não entra somente como um divulgador, mas sim, também é responsável por possibilitar um passeio virtual no espaço físico, fazendo com que o visitante interaja e pesquise aquele objeto ou obra disponível na virtualidade de um

museu.

O uso da internet pelos museus é recente, pois somente a partir de 1991 é que surgem as primeiras manifestações relativas a este assunto (HENRIQUES, 2004). Conferências foram realizadas a fim de difundir a idéia, promovendo e exaltando todo o potencial que esta nova ferramenta vem a agregar para a interatividade dos museus.

Desta forma, pode-se citar o autor Bernard Deloche, destacado no trabalho de (HENRIQUES, 2004). Este autor trabalha a definição de virtual sob o ponto de vista estético, onde incorpora idéias de simulação do real. Desta forma o virtual aprimora a imagem fazendo com que a relação com a arte fique modificada. Sendo assim, o museu passa a fazer o papel de junção entre a arte e as pessoas. Deloche define o digital como sendo algo que, necessariamente, na sua digitalização não evidencia a criação da imagem, já o virtual pode ser considerado algo real, existente.

O digital obtém-se através da digitalização de imagens, processo este que consiste em pegar uma imagem ou figura e passar ela para o computador, que passa a existir também no mundo da informática. O virtual por si só já é uma realidade, sendo passível de interação, manipulação e participação das pessoas para com o ambiente.

Com a viabilidade do uso da internet nos museus, logo foram percebidas as contribuições que esta tecnologia agregou para a museologia. Agora os museus passam a fazer parte do mundo inteiro em uma forma global, pois passam a ser divulgados via *web*, onde estão disponíveis a qualquer hora, em qualquer parte do mundo (desde que existam recursos disponíveis para isto). Esta visita virtual nos museus pode ser vista também como sendo um atrativo a mais para estimular o visitante em conhecer o museu físico, pois a internet pode ser considerada um cartão de visitas estimulador para isto, ou seja, um museu virtual bem desenvolvido pode despertar o interesse das pessoas para que isto ocorra, assim como, a divulgação de obras é ampliada.

A participação dos museus na internet propicia para essas instituições a divulgação das obras, pode servir também como um canal de propaganda sobre o seu acervo, mostrando exposições e seminários que por ventura forem realizados nas suas dependências, sem contar no grande público que terá acesso a todas essas informações disponibilizadas aos usuários.

Uma outra grande vantagem na utilização da internet pelos museus é a possibilidade

de realizar intercâmbios de informações, através de fóruns, e-mails e também com uma comunicação direta através de redes, sendo que desta forma caracteriza a montagem de parcerias para divulgação de trabalhos e trocas de informação. A internet, com certeza, facilita em muito a troca de experiências entre os profissionais especializados em museologia.

“A internet afetará as relações entre os profissionais do museu, pelo que deveria existir uma estreita colaboração entre os museus com funções similares, mantendo laços comuns mediante as discussões *online* dos membros e colaboradores para melhorar o produto do seu trabalho” (FEIJÓO, apud HENRIQUES, 2004, p.60).

Uma outra forma da aplicabilidade da internet nos museus é a colaboração entre várias instituições para o desenvolvimento e a montagem de exposições e informações que serão disponibilizadas no *site* da instituição. Um exemplo a ser citado pode ser a exposição ‘Museus e Milênio’, organizada pelo Museu da Civilização, de Quebec, em 2000, onde foram expostas várias informações de obras e culturas de várias partes do mundo, inclusive um dos países colaboradores deste projeto foi o Brasil (MUSÉES & MILLÉNAIRE, 2000).

Os museus na internet podem ser classificados em três categorias, tipologia esta que foi definida por Maria Piacente em 1996 (PIACENTE, apud HENRIQUES, 2004, p.61).

- Folheto eletrônico: a função da página é de apresentar o museu, onde estão disponíveis dados históricos, horário de funcionamento, dicas de exposições, dados gerais do museu. Assim a internet é utilizada para tornar o museu conhecido, facilitando o acesso. Este tipo de museu não utiliza uma base de dados para consulta de informações.

- Museus no mundo virtual: são apresentadas informações bem mais completas sobre as exposições que ocorrem e sobre as obras que estão expostas atualmente, ou não, mas se encontram nas dependências físicas do museu. Alguns chegam a proporcionar visitas virtuais. Este tipo de museu utiliza uma base de dados para que as informações sobre uma obra em específico sejam consultadas. Pode-se destacar como exemplo deste tipo de museu o *site* do Museu Nacional de Arqueologia em Portugal. O *site* possui visita virtual, permite a visualização de obras em 3D e presta serviço de *e-commerce*. O *site* foi premiado pela Unesco em 2002 com “*Web Art d’Or*” de melhor *site* de museus do mundo (MNA, 2007).

- Museus realmente interativos: este é o terceiro tipo de museu, onde pode existir relação entre o museu físico e o virtual, mas sempre levando em conta que o museu virtual irá

interagir com o usuário, tornando assim o *site* mais atrativo e fazendo com que o visitante fique o mais envolvido possível. Quanto mais interativo, mais o visitante ficará envolto na sua visita virtual. O museu virtual vem a ser um complemento do museu físico. No que diz respeito as exposições, os dois tem a mesma função, que é de apresentar a obra assim como as suas características. Um *site* de museu que se encaixa nesta definição é o Museu de Ciência e Tecnologia de Porto Alegre. Este museu é denominado de Sagres e é ligado a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. A idéia no Sagres não foi de reproduzir o ambiente físico tal e qual, mas sim agregar novas atividades que o museu físico não possui e proporcionar a maior interação possível do visitante (MCT, 2007).

Pode-se citar também o *museumM*, que consiste em um software utilizado nos telefones móveis onde é possível fazer a consulta aos acervos enquanto o visitante se desloca dentro do museu físico. Desta maneira, aumenta-se a interação entre o usuário e o museu e também este dispositivo pode ser usado como guia virtual, assim como trazer dados das obras que estiverem sendo consultadas, visualizadas (MUSEUM, 2007).

O uso da computação móvel nos museus pode ser avaliado levando em conta o trabalho de dissertação de mestrado de Edgar Marçal de Barros Filho, pela Universidade Federal do Ceará, realizado em 2005, onde é citado um projeto desenvolvido no museu Exploratorium, localizado em São Francisco, nos Estados Unidos. Cada visitante recebe uma etiqueta de RFID colada em sua roupa ao entrar no museu físico. Desta forma é possível saber a localização de cada visitante. Ao se aproximar de uma exposição, a etiqueta RFID emite um sinal de localização, desta maneira o dispositivo móvel que se encontra com o visitante recebe as informações via *web* do que está exposto naquela galeria do museu (FILHO, 2005).

Para muitos autores o conceito de museu virtual ainda está em constante mudança, não se chegou a um consenso relativo a esta questão, pois ainda existem muitas denominações usadas para a sua definição. Na tabela a seguir estão citados alguns desses conceitos:

Tabela 1.1 - Definição de museu virtual

Autor	Ano	Concepção de museu virtual
Glen Optman	1992	Conexão entre várias mídias, múltiplas perspectivas.
Sergio Talens e José Hernandez	1997	Uma réplica do museu físico.
Jamieson Mckenzie	1997	Uma coleção eletronicamente organizada de artefatos (pinturas, fotografias, etc).
Artur Colorado	1997	É um meio que oferece ao utilizador um fácil acesso aos objetos do museu.

Werner Schweibenz	1998	Meios para estabelecer o acesso, o contexto, usando a tecnologia de informação.
Antonio Battro	1999	Trata-se de um 'outro museu', de um museu virtual em paralelo com o real, seu complemento no ciberespaço, com vida própria.
Bernard Deloche	2001	Indica o campo da problemática do museu, isto é processo de descontextualização/recontextualização do museu.

Fonte: Henriques, 2004, p.65

Para que um museu passe a ser considerado virtual é necessário que ele, além de representar as obras, as características individuais, disponibilize isto para o visitante. O museu deve permitir que o visitante interaja com o ambiente, tendo a liberdade de navegar pela virtualidade da maneira que desejar.

1.1 Exemplos de ambientes

Alguns exemplos de museus virtuais serão apresentados a seguir.

O Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS é um exemplo de museu que trabalha com a interatividade, sendo chamado de Sagres. O objetivo do Sagres não é de reproduzir o museu físico, mas sim possuir conteúdos diferenciados, criando atividades que o museu físico não permite. Esta amplitude na criação de várias atividades se dá devido a interatividade proporcionada através da página do museu na *web*.

O museu virtual é subdividido em ambientes onde é possível visualizar as exposições existentes e, por sua vez, fazer a pesquisa e visualização do assunto do interesse do usuário.

No MCT virtual também há a possibilidade de um agendamento para uma futura visita no museu físico, permite que sejam feitas pesquisas, assim como possui uma loja virtual, e dá ênfase em campanhas de conscientização.

O Sagres com toda a interatividade que possui, pode ser considerado também como um espaço educacional devido ao seu conteúdo (MCT, 2007).

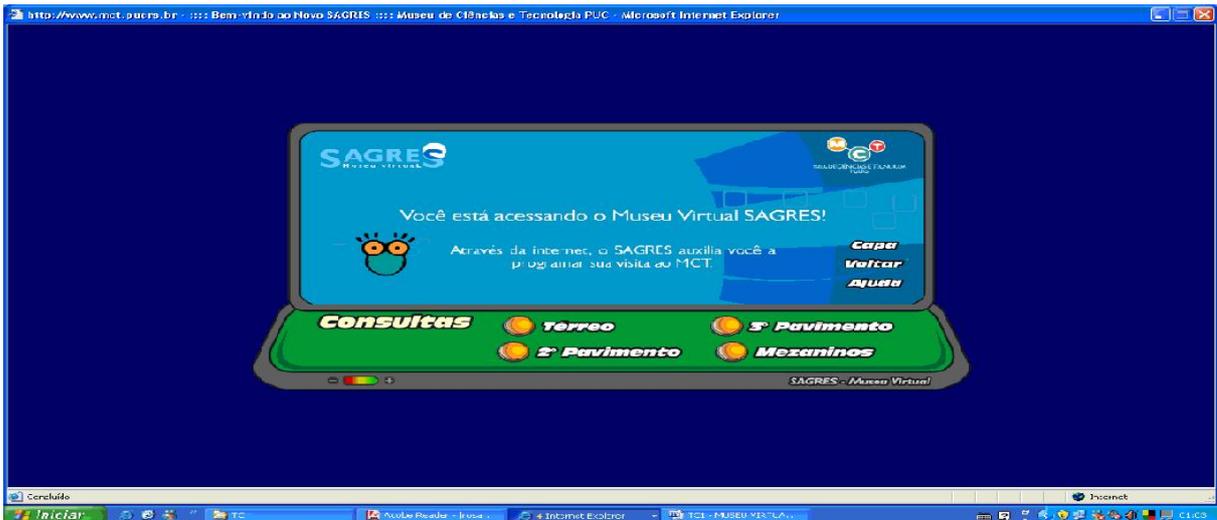


Figura 1.1 – Museu de Ciências e Tecnologia - PUCRS

Fonte: MCT, 2007, p.1

O Projeto Portinari, realizado pela PUC do Rio de Janeiro, vem com o propósito de homenagear um dos maiores pintores brasileiros e possuidor de uma projeção internacional privilegiada.

Este museu conta a história de Cândido Portinari, tem-se a possibilidade de visualizar as obras do pintor, já que 95% delas hoje se encontram em coleções particulares, inacessíveis ao público.

As obras de Portinari estão disponíveis para que possam ser apreciadas. Num primeiro momento visualiza-se um conjunto de galerias com as obras onde, ao clicar sobre elas, sua imagem é ampliada, aparecendo então o título da obra e a referência. Além disso, também encontram-se disponíveis notícias, reportagens, documentos e depoimentos sobre o pintor.



Figura 1.2 – Projeto Portinari

Fonte: PORTINARI, 2007, p.1

O Museu de Artes Virtuais (MUVA, 2007), mantido pelo jornal El Pais, é um museu virtual que possui expostas obras de arte uruguaias. É um museu essencialmente virtual, pois o visual logo que se acessa o *site*, dá a nítida impressão de que realmente o visitante está dentro de um museu de verdade.

Ao acessar, a primeira imagem visualizada é a da recepção, onde inicia-se a visitação. As demais dependências do prédio do museu são compostas de escadas, corredores, salas de exposições e obras de arte expostas.

Existe também um mapa, onde é possível o usuário localizar que parte do museu está visitando no momento.



Figura 1.3 – Museu Virtual de Artes
Fonte: MUVA, 2007, p.1

Outro exemplo do uso da linguagem VRML na construção de um ambiente virtual é a Biblioteca Virtual de Teses do curso de Engenharia de Redes da Universidade de Brasília.

Na página principal visualiza-se a recepção, onde há a possibilidade de escolha entre visitar a sala com trabalhos de Graduação e a sala de trabalhos da Pós-graduação. Clicando sobre os trabalhos é possível visualizá-los em formato PDF.

Mesmo não sendo um museu, é importante citar por se tratar de uma ambiente 3D desenvolvido no Brasil, semelhante ao que se deseja desenvolver neste trabalho.



Figura 1.4 – Biblioteca Virtual

Fonte: LABREDES, 2007, p.1

No próximo capítulo será citada a Materioteca Feevale, onde pode-se destacar a maneira como ela foi concebida, assim como os tipos de materiais disponíveis para consulta e também um ER (Entidade Relacionamento) das tabelas que compõem a sua estrutura.

2 MATERIOTECA FEEVALE

A expressão materioteca tem um significado similar ao de uma biblioteca, mas que ao invés de possuir livros em seu espaço físico, possui armazenados materiais usados na elaboração de produtos para a indústria.

Visando contribuir para a formação do conhecimento e propondo inovação tecnológica na área do design de calçados, através dos diversos tipos de materiais existentes, surgiu então a idéia de criar a Materioteca Feevale.

2.1 Estudo sobre a Materioteca

A viabilização da implantação do projeto da Biblioteca de Materiais, Materioteca, no Centro Universitário Feevale, foi aprovado em 2003, juntamente com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP e também do Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica - CNPq, órgãos de fomento à pesquisa do Governo Federal, para o qual foi mostrada a importância deste projeto para a instituição (SCHWEIGERT; JOST; CARVALHO, 2004).

Através desta parceria foram conseguidos os equipamentos, softwares e recursos humanos necessários para o desenvolvimento deste projeto. Coube ao Centro Universitário Feevale disponibilizar o espaço físico para a instalação da Materioteca, além de um veículo usado para a visita às empresas para a busca de informações e coleta de amostras.

A Materioteca vem com a proposta de ocupar um espaço que ainda não estava sendo explorado. Foram criados móveis específicos para que os materiais fossem expostos e organizados por classes, onde através de um contato visual ou tátil das matérias-primas e das suas formas de acabamento, fosse possível interagir com o conhecimento de design e engenharia.

O desenvolvimento do projeto foi realizado por professores dos cursos de Design e Ciência da Computação, contando também com o auxílio de diversos bolsistas.

Neste projeto, a Materioteca contou com a colaboração de diversas indústrias do setor coureiro-calçadista para a obtenção dos materiais.

Além das exposições, encontram-se nas dependências da Materioteca os equipamentos necessários e indispensáveis para que seja possível a realização das consultas através de um software desenvolvido para este fim.



Figura 2.1 – Estantes para exposição dos materiais
Fonte: SILVA et al, 2004, p.2

2.2 Recursos utilizados

As informações relativas aos materiais que estão expostos necessitam estar armazenadas em um local que garanta a integridade dessas informações e que as mesmas estejam disponíveis não só para a consulta interna da Feevale, mas que estejam disponíveis na rede mundial de computadores (Internet). Tendo em vista isto, foi desenvolvido neste projeto um sistema de informação para *web*, denominado de WebMaterioteca.

A WebMaterioteca é a ferramenta usada para que os dados dos materiais sejam inseridos no sistema, possibilitando a catalogação dos mesmos, além de proporcionar um grande número de consultas simultaneamente.

O sistema da WebMaterioteca está dividido por seções, onde podem ser citadas as

seguintes:

- Cadastro: onde está disponível o formulário para o cadastro dos materiais, amostras, propriedades, classes, permissões de acesso por usuário, entre outras;
- Relatórios;
- Dados gerais dos projetos;
- Administração do sistema;
- Consulta.

Existe a tela de consulta dos materiais onde é possível digitar o nome do material, ou então, a pessoa que deseja fazer a consulta possa, com o material em mãos, ler o código de barras anexado ao mesmo e, em seguida, fazer a visualização da descrição técnica dele.



Figura 2.2 - Tela para consulta dos materiais

Fonte: Feevale, 2007, p.1

Existem grupos criados para que seja possível ter um controle de acessos garantindo e limitando ações dentro desses grupos (CARVALHO et al, 2004). A seguir são apresentadas:

- Grupo Geral: acesso aos dados institucionais do projeto, como patrocinadores, equipe, possibilidade de envio de sugestões, glossário do projeto, entre outros. Neste grupo de acesso será possível também fazer consultas e não há a necessidade do uso de *login* e senha.
- Grupo Materioteca: acesso a cadastros novos, assim como consultas e exclusões de dados. Com relação a este tipo de movimentação, tudo ficará registrado em tabelas de *logs* que, posteriormente, poderão ser consultadas e possibilita gerar relatórios a partir destas informações. Fazem parte deste grupo os bolsistas e coordenadores do projeto.
- Grupo Coordenador: serão os responsáveis por acompanhar os cadastros feitos

pelos bolsistas, aprovando-os ou rejeitando-os.

- Grupo Administrador: acesso a criação de novos usuários, grupos, seções, responsável também por definir as permissões dos grupos às respectivas seções, acesso aos registros de *log*, entre outras.

2.3 Tecnologia

A tecnologia usada para o desenvolvimento tanto das ferramentas como para o banco de dados que armazena as informações é *free*, ou seja, não foi preciso adquirir licenças para a sua implementação. A exceção fica somente com alguns softwares que fazem a manipulação de imagens utilizadas pela área de design.

Os trabalhos foram divididos em grupos, ficando ao encargo dos bolsistas da Ciência da Computação a responsabilidade pelo desenvolvimento da modelagem e pela implementação do banco de dados PostgreSQL. Assim como foi de responsabilidade deste grupo a criação de um sistema de informação para *web*, onde foi utilizada a linguagem de programação JSP e Java, e linguagens de marcação HTML e XML, manipuladas pelo servidor de aplicação TomCat.

O outro grupo de bolsistas de Design e Engenharia, ficou responsável pela pesquisa e coleta de informações para a montagem das fichas técnicas dos materiais expostos e a inclusão dos mesmos no banco de dados. Este mesmo grupo ficou também responsável pela modelagem visual da interface do sistema, assim como pela organização do ambiente, referencial sobre os materiais expostos, divulgação de pesquisa por intermédio de informativos internos e publicações periódicas.

A linguagem Java foi utilizada para que fosse possível a implementação das regras de negócios, por se tratar de uma linguagem robusta, inovadora, orientada a objetos e possuir portabilidade para várias linguagens de programação e também por ser *free*. A interligação entre as classes da interface foi possível através da linguagem de scripts JSP (Java Server Pages).

Outra ferramenta usada e que possui uma fácil assimilação é o Eclipse na versão 2.1, pois ele auxilia na programação, sendo um facilitador para o desenvolvimento de classes usadas em Java. Com a possibilidade de uso de diversos *plugins*, aumenta-se

consideravelmente a capacidade de serem adicionadas funções extras no ambiente Eclipse.

Quanto ao armazenamento dos dados, utilizou-se um sistema SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados. Para a Materioteca foi escolhido o PostgreSQL, devido a grande utilização deste banco de dados. Com ele também foi possível garantir a integridade das informações, velocidade no acesso e segurança, fazendo com que, desta maneira, as informações que estão armazenados no SGBD sejam confiáveis.

A ferramenta usada para o desenvolvimento da modelagem foi o DBDesigner, pois ele apresenta recursos de manipulação lógica na base de dados, evitando assim a geração de vários scripts para a atualização da base de dados.

Todas as informações foram armazenadas no sistema em um servidor Linux, localizado nas dependências da Feevale. O servidor escolhido foi Web Apache 2.0 que tem como objetivo gerenciar todas as solicitações feitas através do *site* da Materioteca.

Com a Materioteca implementada em um ambiente *web*, com certeza o grau de abrangência é amplo e, desta forma, o projeto pode ser acessado em qualquer parte do mundo, por diversos tipos de pessoas, que por sua vez podem contribuir com sugestões, críticas e melhorias para o ambiente num todo.

A estrutura necessária para que seja possível o acesso das informações da Materioteca via *web* é apresentada na figura a seguir:

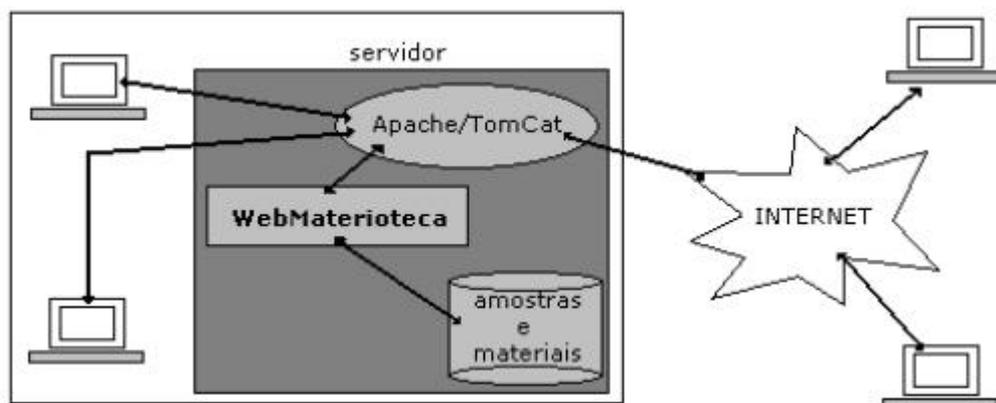


Figura 2.3 – Arquitetura da WebMaterioteca
Fonte: SCHWEIGERT; JOST; CARVALHO, 2004, p.4

2.4 Materiais

Segundo uma reportagem realizada em outubro de 2003, pela TVE, a Materioteca Feevale possui todas as características para a fabricação de calçados na região do Vale do Rio dos Sinos. Isto é possível devido as fábricas de calçados, fábricas de acessórios e indústrias do setor primário existentes na região. As indústrias calçadistas representam a base da economia do vale.

Levando em consideração a sua localização, num primeiro momento o acervo da Materioteca foi composto por materiais que se relacionam com a indústria calçadista. Após algum tempo, também incorporou materiais usados nas mais variadas indústrias.

Devido ao fato de cada material possuir a sua característica específica, houve uma divisão para melhora na organização dessas amostras em classes. Através de uma pesquisa bibliográfica chegou-se nessa ordem de classificação para os materiais:

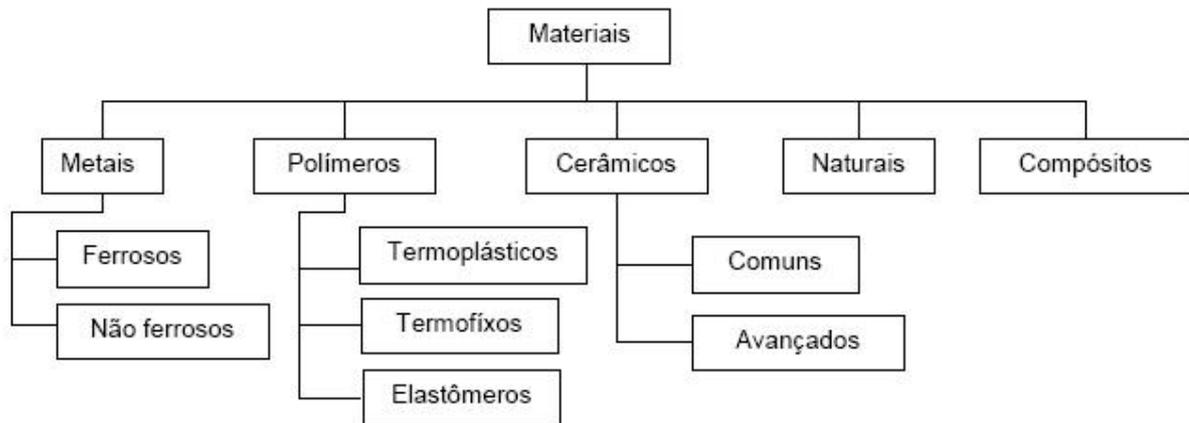


Figura 2.4 – Classificação dos materiais

Fonte: SILVA et al, 2004, p.4

- **Materiais Metálicos:** São usados na construção mecânica e subdividem-se em duas classes. Os ferrosos, onde o ferro tem um destaque especial, pois é responsável pela fabricação do aço. Entre os não-ferrosos destaca-se o alumínio;
- **Materiais Naturais:** São encontrados prontos na natureza. Entre essas matérias pode-se destacar a fibra, madeira e pedra;
- **Materiais Vidro-Cerâmicos:** São materiais duros mas devem ser manuseados com cuidado, pois são frágeis. Alguns exemplos: tijolos, vidros, refratários e abrasivos. Usados como isolantes por não conduzirem calor ou eletricidade, possuem resistência em altas

temperaturas;

- **Materiais Polímeros:** São os plásticos, borrachas e adesivos. Tem baixa condutividade térmica e elétrica. O uso em altas temperaturas não é recomendado;
- **Materiais Compósitos:** Formados por dois ou mais materiais. Possuem propriedades diferenciadas como a leveza, ductilidade, materiais resistentes a altas temperaturas, materiais duros resistentes ao choque e corte.

2.5 Modelagem

O modelo ER da estrutura das informações foi gerado com o DBDesigner e está referenciado neste trabalho como anexo A.

Uma maneira ampla de analisar a estrutura do sistema Materioteca é através do ER. A possibilidade de análise visual é feita através da ferramenta denominada DBDesigner, sendo uma de suas funções transformar a informação que antes era vista somente pelo banco de dados para algo que possa ser visualizado de forma concreta pelo analista ou programador.

Desta maneira é possível identificar a existência de falhas, onde ligações que deveriam ser feitas para garantir a consistência dos dados não existem, ou por esquecimento, ou por alguma falha de análise. Em contrapartida, pode-se comprovar também que o sistema montado possui consistência e está devidamente amarrado.

No ER é possível visualizar o nome da entidade assim como a sua ligação ou não com outras. Na entidade aparece o nome da coluna onde identifica-se também o tipo da mesma e seu devido tamanho. Aparece também a chave primária e a(s) chave(s) secundária(s) de cada entidade.

O capítulo seguinte apresenta os trabalhos relativos à definição dos materiais a serem modelados, assim como a modelagem propriamente dita desses materiais e do ambiente da Materioteca.

3 WEBMATERIOTECA 3D

A WebMaterioteca 3D foi construída no intuito de proporcionar maior interação, na intenção de se tornar uma grande fonte de pesquisa não somente para os alunos da Feevale, mas também para a comunidade num todo, através da internet. Para que este conjunto de informações ganhasse forma, foram montadas parcerias e, através desse auxílio, é possível a construção do ambiente e dos materiais.

3.1 Equipe e forma de trabalho

O início do trabalho se deu com a formação de uma parceria com o responsável pelo desenvolvimento do software da Materioteca. Este contribuiu com dados e materiais usados na concepção da Materioteca física, assim como, auxílio com o seu conhecimento para efetivar o *link* dos materiais com as informações contidas em um banco de dados, pois a proposta é que, além de visualizar os materiais em 3D, seja possível acompanhar as especificações técnicas dos mesmos.

Outra parceria importante para a realização deste projeto foi com a Escola de Aplicação, direcionada aos jovens do curso Técnico em Informática, onde é possível contar com a colaboração dos alunos que se disponibilizaram a desenvolver os objetos em 3D. Assumi a coordenação dos trabalhos, junto a escola de aplicação, a professora coordenadora da turma.

Para um maior vínculo e sistematização dos trabalhos, definiu-se um calendário de reuniões semanais, de aproximadamente 45 minutos. A pauta de cada semana é estipulada com base em assuntos relativos ao desenvolvimento dos objetos, quais objetos serão modelados e a apresentação, por parte dos alunos, da produção desenvolvida no decorrer da semana. Todas as reuniões são registradas em atas, que estão como anexo B neste trabalho.

No intuito de contar com a colaboração dos responsáveis pela Materioteca, tanto na avaliação do que está sendo produzido, como na troca de idéias, marcou-se uma reunião para a discussão desses assuntos e, uma das pautas discutidas foi à solicitação de autorização para acesso ao acervo, livre circulação pela Materioteca para poder fotografar e permitir a retirada de objetos para realizar a modelagem em 3D.

Os materiais desenvolvidos em 3D foram definidos pelo autor deste trabalho, em conjunto com a orientadora, a partir de visitas realizadas as instalações da Materioteca.

3.2 Objetos

Os objetos inicialmente escolhidos são compostos por formas simples, permitindo a adaptação dos alunos desenvolvedores da Escola de Aplicação, com os procedimentos relativos a padronização adotada para o desenvolvimento.

A etapa seguinte foi a obtenção das imagens dos objetos existentes na Materioteca. Optou-se por três fotos de cada material (frente, verso e lateral), fotos estas tiradas com uma máquina fotográfica da marca Mitsuca, com uma resolução de 7.0 megapixels.

Com as fotos dos objetos em mãos e fazendo a análise das mesmas, utilizou-se o software Photoshop (ADOBE, 2007) para ajustes nas imagens, a fim de melhorar a qualidade das mesmas, corrigindo imperfeições, sombras e luz. Enquanto alguns alunos trabalharam nas imagens, outros modelaram as peças em 3D.

Para a modelagem dos objetos, primeiro optou-se pelo VRML, pois esta linguagem já era conhecida pelos alunos. Mas logo sentiu-se a necessidade de procurar outro software, pois o VRML exige que toda a programação do código seja feita manualmente, acarretando grande consumo de tempo para a criação.

Uma primeira alternativa de software encontrada foi o software Write-Dune, versão 1.0.0.1 (TERRA, 2007). Este software proporciona maior rapidez no desenvolvimento do projeto, pois, à medida que os objetos são criados ou alterados, a visualização dessas mudanças é quase instantânea, além de possuir objetos básicos da linguagem disponíveis.

Mesmo o software atendendo e facilitando a modelagem, buscou-se outro no intuito de acelerar o desenvolvimento, tendo sido escolhido o Flux Studio na versão 2.1

(MEDIAMACHINES, 2007).

Após a conclusão do objeto, o código fonte é salvo com a extensão *wrl* para que seja possível visualizar os objetos criados em qualquer browser, pois a etapa seguinte do trabalho, onde será desenvolvido o ambiente físico da Materioteca, será desenvolvido em VRML.

3.3 Materiais

A Materioteca disponibilizou, em um primeiro momento, materiais relacionados ao setor coureiro-calçadista, pois ela localiza-se na região do Vale do Sinos, mais especificamente na cidade de Novo Hamburgo.

Devido ao fato de cada material possuir a sua característica específica, houve uma divisão em classes, para melhorar a organização dessas amostras. A seguir são apresentadas três dessas classificações.

3.3.1 Compósitos

São formados por dois ou mais materiais. Possuem propriedades diferenciadas como a leveza, ductilidade, materiais resistentes a altas temperaturas, materiais duros, resistentes ao choque e corte.

Foram desenvolvidos 38 objetos. Os mesmos estavam dispostos em uma estante onde cada prateleira é identificada por uma letra e número para uma melhor localização nas dependências da Materioteca.

Desta maneira, para facilitar a criação dos materiais em 3D, criou-se uma lista onde, além da identificação de cada material, há as dimensões dos mesmos, onde o primeiro lote a ser desenvolvido possuía a altura de 12 centímetros, largura de 10 centímetros e profundidade de 1 centímetro. Já um segundo lote que foi desenvolvido possuía a altura de 7 centímetros, largura de 7 centímetros e profundidade de 2 centímetros. Um modelo da lista de materiais encontra-se no anexo C.

Com as medidas definidas, os alunos desenvolvedores tiveram o cuidado de respeitar esses tamanhos para o desenvolvimento dos objetos, para que assim seguissem um padrão, respeitando as medidas originais.

Antes da montagem do objeto foi necessário o uso do software Photoshop, para que as imagens ficassem o mais próximo possível do real, técnica que exigiu um certo tempo para a sua aplicação.

O resultado final do processo de criação pode ser visualizado na figura apresentada a seguir:



Figura 3.1 – Exemplo dos compósitos. Frente, verso, borda lateral, borda superior e objeto 3D

3.3.2 Naturais

São encontrados prontos na natureza. Entre esses materiais pode-se destacar a fibra, madeira e pedra.

Foram desenvolvidos 36 objetos. Para facilitar a criação dos materiais em 3D, criou-se uma lista onde, além da identificação de cada material, há as dimensões de cada um, considerando-se a altura de 12 centímetros, largura de 10 centímetros e profundidade de 1 centímetro.

O resultado final do processo de criação pode ser visualizado na seguinte figura:



Figura 3.2 – Exemplo dos naturais. Frente, verso, borda lateral, borda superior e objeto 3D

3.3.3 Polímeros

São os plásticos, borrachas e adesivos. Tem baixa condutividade térmica e elétrica. O

uso em altas temperaturas não é recomendado.

Foram desenvolvidos 4 objetos desta categoria, onde os mesmos possuíam um tamanho variado no que se diz respeito a altura e largura, apenas mantendo um padrão na profundidade que é praticamente imperceptível nos objetos 3D.

O resultado final do processo de criação pode ser visualizado na seguinte figura:



Figura 3.3 – Exemplo dos polímeros. Frente, verso e objeto 3D

3.4 Ambiente

A proposta do trabalho é de modelar, além dos objetos, da estante, também o local, completando assim as etapas da construção em 3D.

Para modelar o local, primeiramente foram tiradas fotos, e de acordo com elas, o ambiente construído usando a linguagem VRML, que atende os requisitos necessários para que o desenvolvimento seja realizado.

Após a conclusão da construção do local em 3D, será possível inserir as estantes com seus respectivos objetos.

A seguir são citados alguns dos objetos que foram construídos para compor o ambiente 3D.

3.4.1 Estante

O objeto estante já havia sido desenvolvido, mas não se sabia onde o mesmo se encontrava. Então, através do contato com o pessoal responsável pela Materioteca, fez-se uma busca nos arquivos da mesma e lá se encontrou o objeto, porém desenvolvido em uma outra linguagem de programação.

O desenvolvimento da estante foi realizado no software 3D Studio Max (SOFTPEDIA, 2007). Como esta ferramenta permite que os objetos desenvolvidos sejam exportados para outras extensões, optou-se então em fazer este procedimento usando a extensão *wrl*.

De posse da estante já exportada para VRML, foram feitos alguns ajustes, como o posicionamento da estante para a visualização e, em seguida, foram inseridos os objetos desenvolvidos. Assim, a construção do ambiente ganha forma, possibilitando a identificação dos objetos nas prateleiras para que sejam consultados.

Ao clicar no material da estante, o mesmo será visualizado isoladamente e irá expandir, então será possível rotacionar e visualizá-lo em 3D. Em seguida, basta clicar em um atalho nesta mesma tela e então poderão ser visualizadas as características técnicas do material.

Uma observação que deve ser feita é com relação a disposição dos objetos na estante, pois os mesmos não se encontram na mesma posição dos objetos que estão no ambiente físico.

Em conjunto com o coordenador da Materioteca, decidiu-se expor os materiais na posição vertical, um ao lado do outro, justamente para facilitar a pesquisa e visualização dos objetos pelos visitantes do ambiente.

A figura a seguir demonstra a disposição dos objetos na estante.

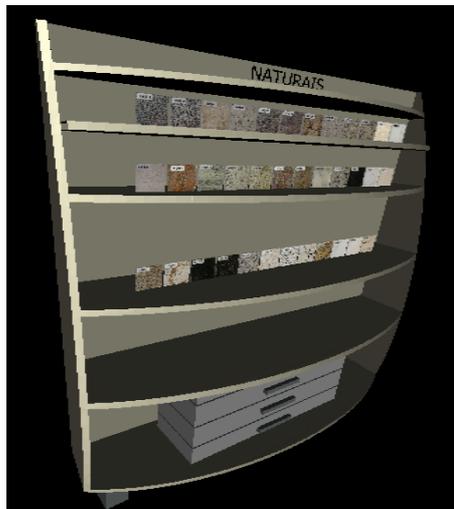


Figura 3.4 – Estante com os materiais

3.4.2 Cadeira

Objeto construído manualmente. Forma geométrica usada para modelar a cadeira foi o *Box*, pois atende as necessidades exigidas para a criação.

A modelagem é composta por 14 peças que unidas dão forma ao objeto.



Figura 3.5 – Cadeira

3.4.3 Prateleira

Objeto construído manualmente. A modelagem é composta por cinco peças que unidas dão forma ao objeto.

Nesta figura individual não é possível visualizar a forma que a mesma possui estando no ambiente final. Foi representada apenas uma única peça de um total de 24, que, juntas, compõem e dão forma à prateleira, através da técnica de clonagem que será explicada no capítulo 4.1.2.

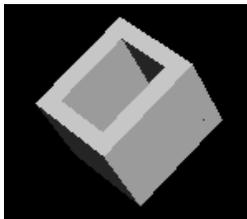


Figura 3.6 – Prateleira individual

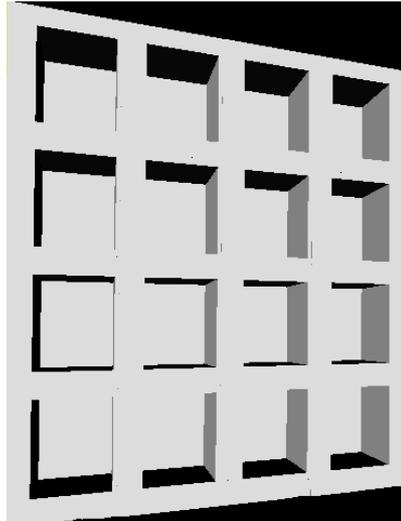


Figura 3.7 – Prateleira clonada

3.4.4 Mesa

Objeto construído manualmente. Foram criados três tipos de mesas, para que assim fosse possível caracterizar o ambiente virtual da mesma maneira que o físico.

A modelagem da mesa representada na figura a seguir é composta por oito peças que unidas dão forma ao objeto.

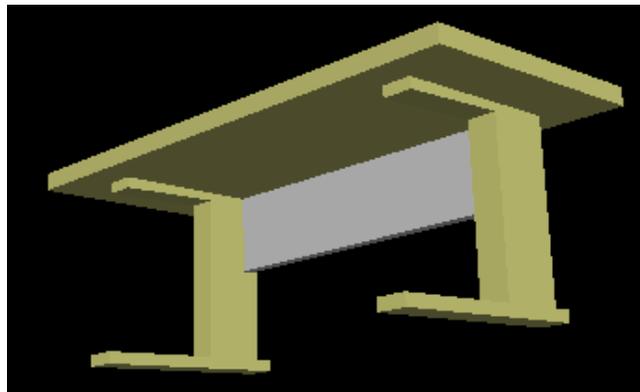


Figura 3.8 – Mesa

3.4.5 Parede

Objeto construído manualmente. A figura geométrica usada para dar forma foi o *Box*. Objeto composto por uma única peça, usada várias vezes para a montagem do ambiente 3D, apenas havendo mudanças no posicionamento e nas dimensões.

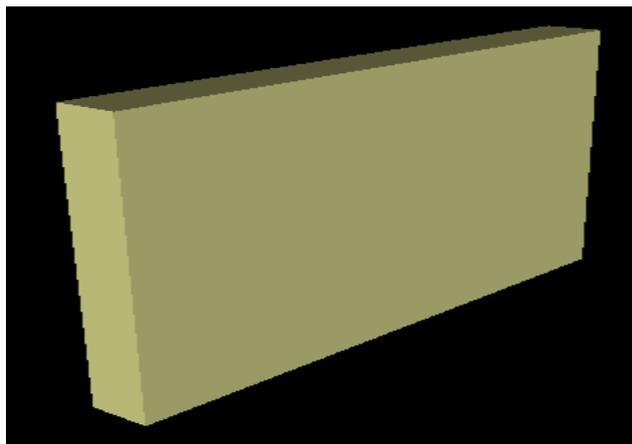


Figura 3.9 – Parede

3.4.6 Porta principal

Objeto construído manualmente. Composto por 10 peças que unidas dão forma ao objeto. Foi utilizada a técnica de transparência, para que, assim, fosse possível visualizar o interior da Materioteca virtual sem necessariamente entrar no ambiente.

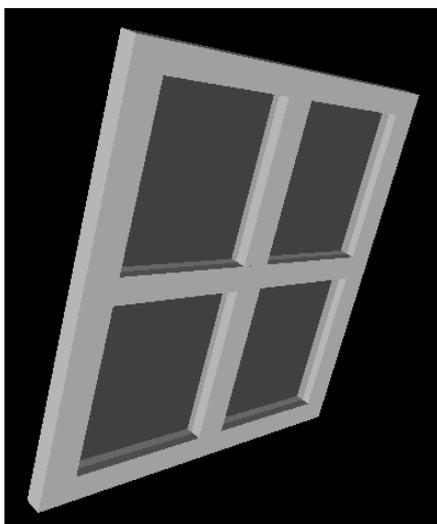


Figura 3.10 – Porta principal

3.4.7 Janela

Objeto construído manualmente, composto por cinco peças, que, unidas, dão forma ao objeto. Para a montagem do mesmo, foi reaproveitada a estrutura da porta de entrada no ambiente 3D, apenas foram feitos ajustes nas suas dimensões.

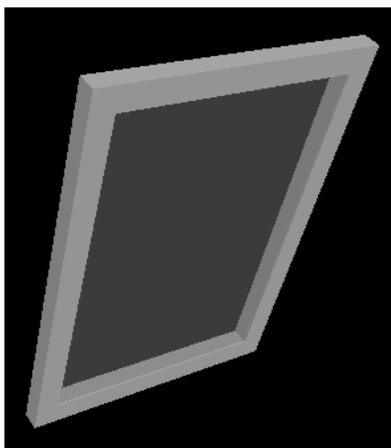


Figura 3.11 – Janela

3.4.8 Materioteca 3D

Ambiente modelado manualmente, sem o auxílio de alguma técnica em especial ou de uma ferramenta que executasse a tarefa automaticamente. Cada peça e objeto que faz parte da estrutura da Materioteca foi posicionado manualmente, levando-se em conta as coordenadas X (largura), Y (altura) e Z (profundidade).

O resultado final da união de todos os objetos pode ser visualizado na figura a seguir:

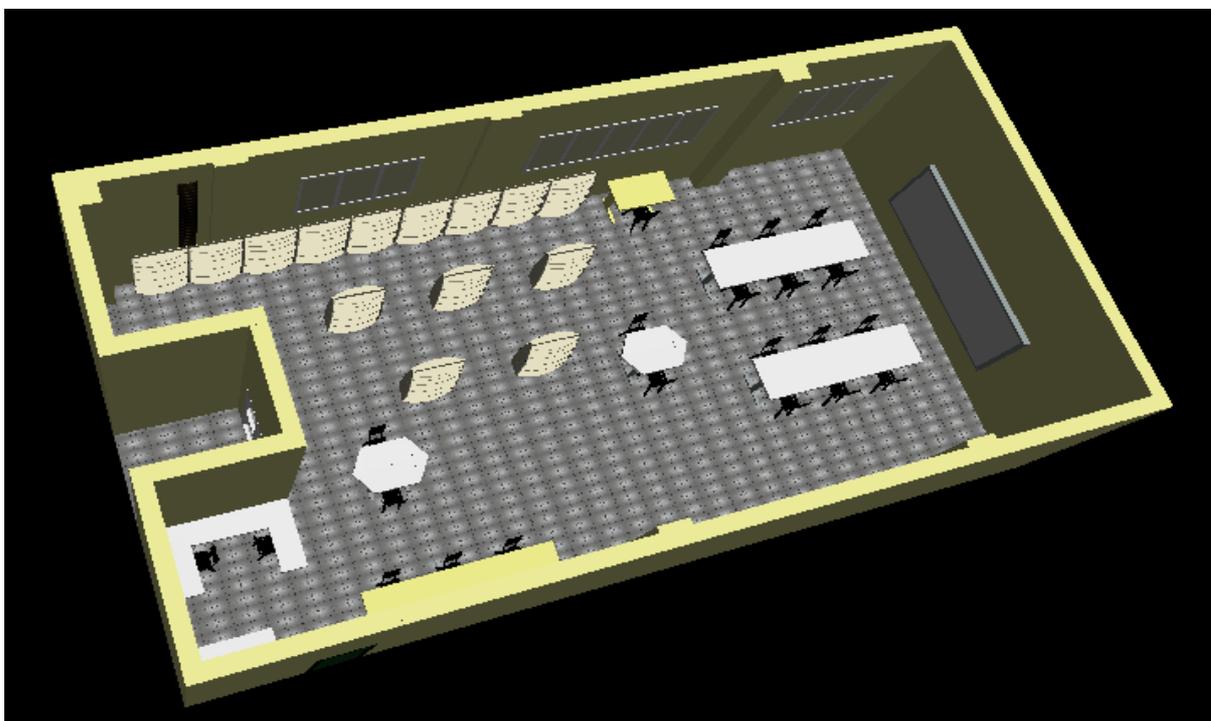


Figura 3.12 – Materioteca 3D

No capítulo seguinte, consta a aplicação da técnica que possui os objetivos de melhorar a performance e minimizar o trabalho, no que se diz respeito à clonagem de objetos.

4 MELHORIAS EM TERMOS DE PERFORMANCE

Neste capítulo, destacam-se as técnicas que possibilitam criar ambientes virtuais tridimensionais, abordando-se questões importantes, como a performance de navegação, o processamento e o realismo do ambiente.

4.1 Otimizações

Aspectos relacionados à otimização são importantes e devem ser levados em conta para o desenvolvimento de um mundo virtual em VRML. A otimização melhora o desempenho do mundo que está sendo construído (GONÇALVES, 2002).

4.1.1 Âncoras

O uso de âncoras no ambiente 3D é uma técnica que permite que sejam chamados outros arquivos contendo novos objetos ou informações. Há, inclusive, a possibilidade de chamar páginas HTML diretamente de um endereço da internet.

Utilizou-se esta técnica no trabalho e, através dela, chegou-se aos resultados pretendidos, levando em consideração a interação proposta desde o início do projeto.

Para chamar os materiais desenvolvidos em 3D para a Materioteca e mostrá-los com um tamanho que facilite a visualização e ainda rotacioná-lo, utilizaram-se as âncoras.

Os objetos em um primeiro momento estão inseridos no ambiente e posicionados nas estantes correspondentes de cada um. Mas desta maneira não é possível visualizá-los de maneira perfeita. A solução encontrada foi colocar uma âncora que, ao clicar sobre o material desejado fosse aberta uma nova tela com o material em destaque e, nesta nova tela, o material poderá ser rotacionado e visto em 3D.

Após carregar a imagem, uma nova âncora é habilitada para que sejam carregadas as especificações técnicas dos materiais. Essas informações são obtidas diretamente do *site* da Feevale, através de um *link* criado para este fim.

Para a criação do *link* foi necessário alterar o código fonte da rotina que implementa esta funcionalidade diretamente no servidor da Feevale.

Criou-se a função “fazBuscaAmostraExterno3D” que foi adicionada ao javascript funções.js, onde o código do material é passado para que a consulta seja executada.

A função proporciona uma interação com o que já existe hoje, aproveitando as informações desses materiais, sendo assim, ela simula a digitação do código de barras do produto, passando o mesmo através da chamada do endereço da página da Feevale juntamente com o código do produto.

```
function fazBuscaAmostraExterno3D(auxIdAmostra){
  document.getElementById("imgBarra").src = "images/especificos/acervo.gif";
  document.getElementById("frameIndex").src=
  "jsp/relatorios/relAmostra.jsp?idAmostra="+auxIdAmostra;
  document.frmMenu.dsAmostraExterno.value = "";
}
```

Também foi necessário alterar o código na página index.jsp, acrescentando a chamada para a Materioteca 3D.

Na criação de uma outra função denominada “materioteca3D()” destaca-se a chamada da fazBuscaAmostraExterno3D(auxIdAmostra) onde é passado o endereço da página da Feevale com o código de barra correspondente ao produto consultado.

```
<script language="javascript">
  function materioteca3D() {
    var auxIdAmostra = '<%=request.getParameter("idAmostra")%>'
    if (auxIdAmostra != "" && auxIdAmostra != "null")
      fazBuscaAmostraExterno3D(auxIdAmostra);
  }

```

Neste código a seguir somente foi acrescentada no final, a chamada da função “materioteca3D()”.

Desta maneira a proposta inicial do trabalho se conclui, pois o ciclo do processo de integração com os dados já existentes está realizada.

```
</script>
```

```
<body                                bgcolor="#ffffff"
onLoad="MM_preloadImages('images/index_r1_c5_f2.gif','images/index_r3_c1_f2.gif','
images/index_r5_c1_f2.gif','images/index_r7_c1_f2.gif','images/index_r9_c1_f2.gif','ima
ges/index_r11_c1_f2.gif','images/index_r13_c1_f2.gif','images/index_r15_c1_f2.gif','ima
ges/index_r17_c1_f2.gif','images/index_r17_c2_f2.gif'); materioteca3D();">
```

Exemplo da utilização da técnica através do comando *Anchor* para a chamada de um objeto:

```
Anchor {
  children [
    Transform{
      translation 2.0 1.55 7.2
      scale 1.5 1.5 1.0
      children DEF naturais_1363 Inline { url "naturais_1363.wrl" }
    }
  ] url ["naturais_1363.wrl"]
}
```

Exemplo da utilização da técnica através do comando *Anchor* para a chamada do *link* com as especificações técnicas dos materiais contidas no *site* da Feevale.

```
Anchor {
  children [
    Transform{
      translation 1.8 1.55 7.2
      scale 1.5 1.5 1.0
      children DEF naturais_1362 Inline { url "naturais_1362.wrl" }
    }
  ] url
["http://materioteca.feevale.br:8080/webmaterioteca/externo/index.jsp?idAmostra=0000
001362"]
}
```

4.1.2 Instanciação (Clonagem)

Uma técnica muito usada na montagem do ambiente virtual da Materioteca foi a clonagem. As vantagens na sua utilização refletem diretamente na performance.

Vantagens associadas à técnica de clonagem de objetos:

- Redução do tamanho final do arquivo, pois não há a necessidade de duplicação de informação;
- Redução do tempo de *download*, inicialmente para a memória, depois por parte

do *browser*;

- Processo de implementação é simples, facilitando o trabalho do autor;
- Havendo a necessidade de modificação dos objetos desenvolvidos, a alteração é bem mais simples, cabendo apenas alterar um único objeto, pois os demais compartilham as mesmas características.

Em um ambiente onde vários objetos se repetem, a clonagem permite que não seja necessário criar todos, basta existir um objeto modelado para que este mesmo possa ser chamado quantas vezes forem necessárias para a montagem do ambiente.

Exemplo da técnica na montagem do ambiente são as paredes, mesas, cadeiras, colunas, janelas e prateleiras.

A aplicação é simples. Basta chamar e posicionar o objeto original onde desejado, após definir um apelido ao objeto, na próxima vez que for utilizá-lo, será apenas necessário chamar o apelido definido na sua primeira chamada.

A linha de comando a seguir é uma representação prática do que acontece quando o objeto está sendo chamado pela primeira vez:

```
children DEF janela Inline { url "janela_modelo.wrl" }
```

A linha de comando a seguir é baseada no apelido definido (DEF janela) para a chamada do objeto “janela_modelo” citado anteriormente.

```
children USE janela
```

O objeto “janela_modelo” é chamado 11 vezes dentro do ambiente 3D, mas com a aplicação desta técnica, a quantidade instanciada não é problema, isto graças a técnica de clonagem.

Outros objetos usados repetidas vezes:

- Parede: 11 vezes;
- Parede lateral: 6 vezes;

- Mesa: 5 vezes;
- Mesa base central: 6 vezes;
- Mesa 3 lados: 4 vezes;
- Cadeira: 17 vezes;
- Prateleira: 24 vezes;
- Estante: 19 vezes;

A técnica também foi utilizada para modelar objetos que não possuem a mesma forma geométrica do original. Um exemplo são as paredes laterais e as colunas, onde para as colunas usou-se o mesmo arquivo, porém com dimensões diferentes.

4.1.3 Iluminação

A utilização da iluminação em um ambiente virtual possui a função de simular os efeitos visuais que fontes geradoras de luz, naturais ou não, proporcionam. Este efeito possibilita ao visitante identificar os objetos inseridos no ambiente com uma maior precisão. A percepção através da iluminação agrega realismo à cena.

O realismo pode comprometer a performance, então, para que isto não aconteça, foram levados em conta alguns aspectos que minimizam esta questão.

Entre os recursos que a linguagem VRML permite que sejam utilizados, podem ser citados:

- ***DirectionalLight***: permite simular a emissão de luz a partir do infinito em uma determinada direção;
- ***PointLight***: permite colocar, numa dada posição da cena, um foco que emite uma luz como se fosse de uma lâmpada, pois esta luz é propagada para todas as direções a partir da posição da luz na cena;
- ***SpotLight***: emite uma luz em uma determinada direção, fazendo com que essa emissão seja limitada por um cone. Um exemplo que pode ser usado com este nó é o de uma

lanterna.

Outro fator importante é a quantidade de pontos emissores de luz existentes na cena, assim como o posicionamento pelo ambiente, de modo a conseguir o melhor efeito possível.

Basicamente foi usado como efeito de iluminação neste trabalho o *DirectionalLight*, pelo fato de permitir simular a emissão de luz a partir do infinito em uma determinada direção. Os raios de luz emitidos possuem o foco supostamente no infinito, tornando assim os cálculos necessários mais simples, em virtude do direcionamento da luz, usando sempre o mesmo cálculo.

4.1.4 Detecção de colisões

Com o emprego da técnica de controle de colisões, é possível controlar alguns eventos que podem ser executados no mundo virtual, mas que no mundo real são impossíveis. Entre eles pode-se citar a possibilidade de atravessar paredes, muros ou voar. Mas esse controle tornou os mundos virtuais pesados, pois essas funcionalidades exigem uma maior capacidade de processamento, em função dos cálculos gerados.

Os testes de controles de colisão não são tão simples e fáceis de ser feitos em ambientes tridimensionais, pois envolvem fórmulas matemáticas que fazem o cálculo da distância entre o visitante virtual e as partes sólidas do ambiente. O controle de colisão é disparado quando a distância mínima estabelecida pelo autor for atingida, impedindo assim o visitante de prosseguir.

No VRML existe um nó denominado *collision*, onde, através do uso dos recursos proporcionados pelo mesmo, é possível efetuar essa detecção.

Neste nó *collision* existe um campo denominado *collide*, que ao passá-lo para *false*, desativa o teste de colisão. Um outro campo que pode facilitar a detecção de colisões, facilitando e simplificando essas detecções é o *proxy*. Através deste campo pode-se definir uma nova geometria, uma nova representação para um objeto existente no mundo que está sendo desenvolvido e substituir a geometria original do objeto.

Um exemplo específico com relação a este trabalho onde foi usada a esta técnica, são as paredes do ambiente.

Criou-se um bloco único para as colisões das paredes, onde, todas foram dispostas em suas referidas posições, dando forma ao ambiente. Desta forma, todo o perímetro que estava dentro desse bloco encontra-se protegido, não permitindo assim que as mesmas fossem ultrapassadas durante a navegação.

4.1.5 Texturas

A aplicação de texturas em desenvolvimento tridimensional com a linguagem VRML é recomendada. As texturas tornam as superfícies dos objetos mais realistas.

As imagens usadas com texturas são grandes consumidoras de recursos, mas o VRML pode ser usado como um fator de otimização, pois auxilia e possibilita a economia de centenas ou milhares de polígonos usados. O tratamento dessas imagens proporciona mais realismo, melhor desempenho e a conseqüente redução dos polígonos. A partir de aplicações gráficas como PhotoShop e o 3DStudio, consegue-se criar texturas que possuem efeitos relativos a sombreamento e iluminação com perfeição nos objetos 3D.

Algumas sugestões para o uso de texturas:

- Sempre que possível reutilizar uma textura, pois quando o *download* é feito, a representação da figura é colocada em memória, facilitando assim futuros acessos;
- Texturas em escala de cinza ocupam menos espaço;
- Quando a textura representar uma grande área que segue um padrão repetitivo, cria-se então uma textura pequena, para que, na sua repetição, consiga simular a perfeição deste padrão, gerando assim uma grande área com uma imagem muito pequena.

A utilização de texturas neste trabalho com certeza proporcionou maior realismo aos materiais criados, fazendo com que ficassem muito parecidos com os originais.

Por outro lado, a utilização das texturas pode comprometer o desempenho e a rapidez na navegação pelo ambiente que está sendo visitado.

Sendo assim, faz-se valer algumas observações referente a este trabalho:

- Procurou-se criar os arquivos com as texturas nos objetos com um tamanho diminuto, neste caso os arquivos ficaram em média com o tamanho de 3kb, mantendo a

qualidade na resolução dos materiais;

- Para que fosse possível trabalhar com imagens de qualidade, mesmo com uma resolução baixa, foi necessária a aplicação de softwares de correções em imperfeições nas imagens, um exemplo é o Photoshop. Todas as fotos dos objetos foram tiradas no formato JPG.

- Devido a diversidade de objetos trabalhados, das mais variadas texturas, não pode ser usado o método explicado e utilizado no capítulo 4.1.2 (clonagem), pois neste caso cada objeto tem as suas particularidades não permitindo o uso deste benefício, sendo assim, quanto maior o número de objetos dispostos nas estantes para serem carregados, mais pesado ficará o ambiente.

Neste capítulo destacam-se os métodos usados para o desenvolvimento do ambiente e dos materiais, visando o ganho de performance e também os problemas enfrentados em algumas situações.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo sobre os museus e buscar uma linguagem de modelagem que se adaptasse ao desenvolvimento, para que assim fosse possível executar o projeto proposto.

No intuito de divulgar um ambiente físico existente na Feevale, a Materioteca do Centro de Design, serviu como base para a realização do trabalho, no sentido de construir um ambiente virtual o mais próximo possível do real.

Atualmente, no Vale do Sinos, somente a Feevale possui um espaço físico deste tipo aberto tanto para alunos quanto à comunidade externa. Isto faz com que este trabalho seja pioneiro no desenvolvimento 3D de uma materioteca.

No decorrer do desenvolvimento dos materiais, utilizou-se mais de um software para modelar. Assim, esta troca permitiu aquisição de conhecimento e também foi um fator que acrescentou rapidez e praticidade ao trabalho.

Para a reprodução do ambiente da Materioteca, foi usado em sua totalidade, o desenvolvimento através da linguagem VRML, pois a proposta para o ambiente não era trabalhar com imagens e sim com o desenvolvimento através de código fonte e nesta busca surgiu o VRML. Um fato que contribuiu para o uso da mesma foi que essa linguagem faz parte do conteúdo de uma disciplina do currículo do curso de Sistemas de Informação da Feevale.

O VRML possui recursos que possibilitam a interação com a *web*. Recurso este vital para que assim fosse possível fazer o *link* com as especificações técnicas dos materiais já existentes na página da Feevale na internet.

Como resultado final deste trabalho, pode-se ressaltar a criação parcial do ambiente e

dos objetos. A sensação de realismo foi alcançada dentro do que foi possível criar na virtualidade do ambiente. Destaca-se a criação dos objetos, estes, desenvolvidos através de imagens onde, a perfeição de sua modelagem proporciona um realismo muito próximo ao objeto original.

Trabalhos futuros

A proposta inicial deste trabalho foi o desenvolvimento de parte da Materioteca Feevale, assim como dos objetos. Modelar em 3D requer muita dedicação e tempo disponível para tal, desta forma este trabalho permite que seja dada continuidade no sentido de:

Continuar o desenvolvimento tanto do ambiente como dos objetos. Fazer um *link* com os fornecedores de cada material existente e desenvolvido, a fim de, assim, divulgar os colaboradores do projeto.

Devido a diversidade de materiais e texturas existentes na Materioteca, uma proposta interessante é estudar com mais profundidade os métodos para a otimização do sistema, de forma a este exigir menos tempo de processamento, tornando-se leve a qualquer configuração de equipamento.

Treinamento e/ou contratação de pessoal para a modelagem dos objetos por parte da Materioteca, tornando-se um sistema ágil, em que, a cada novo produto, este possa ser modelado e disponibilizado ao sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOBE, 2007. **Adobe Photoshop CS3**. Disponível em: <http://www.adobe.com/br/products/photoshop/photoshop/>>. Acesso em: 10 julho 2007.

BARROS, Paulo Gonçalves, 2004. **Realidade Virtual e Multimídia**. Disponível em: <http://www.di.ufpe.br/~if124/vrml/vrml.htm>>. Acesso em: 07 março 2007.

CARVALHO, Juliano Varella de et al. **Proposta de Identidade Visual e Design da interface para o Projeto da biblioteca de materiais** – Materioteca do Centro Universitário Feevale, publicado no Congresso Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo. 8 p., 2004. Disponível em: <http://materioteca.feevale.br:8080/webmaterioteca/externo/artigos/interface.pdf>>. Acessado em: 15 maio 2007.

ECOMUSEU, 2007. Disponível em: < <http://www.itaipu.gov.br/meioa/ecomu.htm> > e <http://www.itaipu.gov.br/meioa/ecomuseu.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2007.

FILHO, Edgar Marçal de Barros. **VirTram: Um framework para o desenvolvimento de Treinamentos utilizando realidade virtual em dispositivos móveis**. Brasil: 2005. p.33-34. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) – Departamento de Computação, Universidade Federal do Ceará, 2005.

FEEVALE, 2007. **Materioteca** – Biblioteca de Materiais. Disponível em: < <http://materioteca.feevale.br:8080/webmaterioteca/externo/index.jsp> >. Acessado em: 20 maio 2007.

GONÇALVES, Alexandrino José Marques. **Reconstrução de ambientes históricos utilizando o VRML: o caso do Fórum Flaviano de Conimbriga**. Portugal: 2002. 139 p. Tese (Mestrado em Engenharia Informática) – Departamento de Engenharia Informática, Universidade de Coimbra, 2002.

HENRIQUES, Rosali Maria Nunes. **Memória, museologia e virtualidade: um estudo sobre o museu da pessoa**. Portugal: 2004. p.1-74. Tese (Mestrado em Museologia) – Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Geografia, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2004.

ICOM, 2007. **Mesa-Redonda de Santiago do Chile**. 1972. Revista Museu. Disponível em: http://www.revistamuseu.com.br/legislacao/museologia/ mesa_chile.htm>. Acesso em: 22 maio de 2007.

ICHIM, 1991. **International Cultural Heritage Informatics Meetings**. Pittsburg, Pensilvânia: 1991. Disponível em: <<http://www.archimuse.com/conferences/ichim.html>>. Acesso em: 12 março 2007.

_____, 1993. _____. Cambridge, Inglaterra: 1993. Disponível em: <<http://www.archimuse.com/conferences/ichim.html>>. Acesso em: 12 março 2007.

ILAM, 2007. **Instituto Latino-Americano de Museus**. Disponível em: <<http://www.ilam.org/ILAM/index.html>>. Acesso em: 10 maio de 2007.

LABREDES, 2007. **Biblioteca Virtual**. Teses do curso de Engenharia de Redes da Universidade de Brasília. Disponível em: <http://webserver.redes.unb.br/Biblio_diss/vrml/index.htm>. Acesso em: 22 maio 2007.

MCT, 2007. **Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS**. Disponível em: <<http://www.mct.pucrs.br>>. Acesso em: 01 maio 2007.

MEDIAMACHINES, 2007. Flux Studio 2.1 – Web 3D Authoring. Disponível em: <<http://www.mediamachines.com/make.php>>. Acessado em : 01 julho 2007.

MNA, 2007. **Museu Nacional de Arqueologia**. Instituto Português de Museus. Disponível em: <<http://www.mnarqueologia-ipmuseus.pt>> Acesso em: 01 maio 2007.

MUSÉES & MILLÉNAIRE, 2000. Disponível em: <<http://www.mumi.org>>. Acesso em: 01 maio 2007.

MUSEUM, 2007. **museuM**: Uma aplicação de m-Learning com Realidade Virtual. Brasil, 11 p., 2007, Disponível em: <<http://www.lia.ufc.br/~great/artigos/museuM.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2007.

Museums and the Web, 1997. **Museums and the Web**. Los Angeles, USA: 1997. Disponível em: <<http://www.archimuse.com/conferences/mw.html>>. Acesso em: 12 março 2007.

MUVA, 2007. **Museu Virtual de Artes**. Disponível em: <<http://muva.elpais.com.uy/>>. Acesso em: 12 março de 2007.

PORTINARI, 2007. **Projeto Portinari**. Disponível em: <<http://www.portinari.org.br/>>. Acesso em: 14 maio 2007.

SCHWEIGERT, Eduardo; JOST, Ingo; CARVALHO, Juliano Varella de. **WebMaterioteca**: Sistema de Informação de Cadastro e Recuperação de Materiais, publicado no Congresso de Software Livre, Porto Alegre. 4 p., 2004. Disponível em: <<http://materioteca.feevale.br:8080/webmaterioteca/externo/artigos/webmaterioteca.pdf>>. Acesso em: 03 março 2007.

SILVA, Everton Amaral da et al. **Implantação de uma Biblioteca de Materiais – Materioteca** – no Centro Universitário Feevale, publicado no Congresso Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo. 6 p., 2004. Disponível em: <<http://materioteca.feevale.br:8080/webmaterioteca/externo/artigos/materioteca.pdf>>. Acessado em: 15 maio 2007.

SOFTPEDIA, 2007. 3D Studio Max 7.0. Disponível em:

<<http://www.softpedia.com/get/Multimedia/Graphic/Graphic-Editors/3D-Studio-Max.shtml>>. Acessado em: 15 junho 2007.

TERRA, 2007. Terra Download. Disponível em: <http://terrabrasil.softonic.com/ie/29373/white_dune>. Acessado em: 15 junho 2007.

ANEXOS

ANEXO C – LISTA DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS

LISTA DOS MATERIAIS NATURAIS

materioteca



PRODUTO	ALTURA	LARGURA	PROFUNDIDADE
1385	12,0	10,0	1,0
1398	12,0	10,0	1,0
1383	12,0	10,0	1,0
1396	12,0	10,0	1,0
1388	12,0	10,0	1,0
1374	12,0	10,0	1,0
1373	12,0	10,0	1,0
1369	12,0	10,0	1,0
1387	12,0	10,0	1,0
1384	12,0	10,0	1,0
1361	12,0	10,0	1,0
1269	12,0	10,0	1,0
1268	12,0	10,0	1,0
1386	12,0	10,0	1,0
1267	12,0	10,0	1,0
1364	12,0	10,0	1,0
1363	12,0	10,0	1,0
1362	12,0	10,0	1,0
1368	12,0	10,0	1,0
1377	12,0	10,0	1,0
1376	12,0	10,0	1,0
1375	12,0	10,0	1,0
1367	12,0	10,0	1,0
1366	12,0	10,0	1,0
1397	12,0	10,0	1,0
1394	12,0	10,0	1,0
1393	12,0	10,0	1,0
1381	12,0	10,0	1,0
1380	12,0	10,0	1,0
1379	12,0	10,0	1,0
1378	12,0	10,0	1,0
1395	12,0	10,0	1,0
1382	12,0	10,0	1,0
1389	12,0	10,0	1,0
1392	12,0	10,0	1,0
1391	12,0	10,0	1,0

LISTA DOS MATERIAIS COMPÓSITOS

materioteca



PRODUTO	ALTURA	LARGURA	PROFUNDIDADE
1165	12,0	10,0	1,0
1167	12,0	10,0	1,0
1439	12,0	10,0	1,0
1163	12,0	10,0	1,0
1173	12,0	10,0	1,0
1171	12,0	10,0	1,0
1440	12,0	10,0	1,0
1441	12,0	10,0	1,0
1172	12,0	10,0	1,0
1265	12,0	10,0	1,0
1179	12,0	10,0	1,0
1177	12,0	10,0	1,0
1169	12,0	10,0	1,0
1164	12,0	10,0	1,0
1435	12,0	10,0	1,0
1442	12,0	10,0	1,0
1178	12,0	10,0	1,0
1174	12,0	10,0	1,0
1436	12,0	10,0	1,0
1434	12,0	10,0	1,0
1166	12,0	10,0	1,0
1168	12,0	10,0	1,0
0709	12,0	10,0	1,0
0708	12,0	10,0	1,0
0706	12,0	10,0	1,0
2982	12,0	10,0	1,0
0820	12,0	10,0	1,0
2436	7,0	7,0	2,0
2434	7,0	7,0	2,0
2440	7,0	7,0	2,0
2560	7,0	7,0	2,0
2431	7,0	7,0	2,0
2438	7,0	7,0	2,0
2444	7,0	7,0	2,0
2428	7,0	7,0	2,0
2430	7,0	7,0	2,0
2446	7,0	7,0	2,0
2437	7,0	7,0	2,0

LISTA DOS MATERIAIS POLÍMEROS

materioteca



PRODUTO	ALTURA	LARGURA	PROFUNDIDADE
3022	14,0	10,0	0,1
3035	14,0	10,0	0,1
3031	14,0	10,0	0,1
3020	14,0	10,0	0,1