



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

HUGO WENDELL MAIA

**MODELAGEM DE UM CAMPUS VIRTUAL INTELIGENTE PARA NAVEGAÇÃO
E INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS**

MOSSORÓ - RN
2014

HUGO WENDELL MAIA

**MODELAGEM DE UM CAMPUS VIRTUAL INTELIGENTE PARA NAVEGAÇÃO
E INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais – DCEN, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Daniel Faustino Lacerda de Souza.

MOSSORÓ – RN
2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

M217m Maia, Hugo Wendell

Modelagem um campus virtual inteligente para navegação e
integração de serviços./ Hugo Wendell Maia -- Mossoró, 2014.
53f.: il.

Orientador: Prof. Me. Daniel Faustino Lacerda de Souza

Monografia (Graduação em Ciência da Computação) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Graduação.

1. Modelagem - Ambiente virtual. 2. Campus virtual. 3.
Objeto de Aprendizagem. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /170-14

CDD: 004.21

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

CRB-15/452

HUGO WENDELL MAIA

**MODELAGEM DE UM CAMPUS VIRTUAL INTELIGENTE PARA NAVEGAÇÃO
E INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais – DCEN, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em: 25/02/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Daniel Faustino Lacerda de Souza - UFERSA
Presidente

Prof. ~~Dr.~~^a Angélica Félix de Castro - UFERSA
Primeiro membro

Prof. Me. ~~Marcelo~~^{Roberto} Bastos Guerra Vale – UFERSA
Segundo membro

À minha irmã Welma e a minha tia Alice (in memoriam), que infelizmente não estão presentes fisicamente neste momento tão feliz da minha vida, mas que não poderia deixar de dedicar a elas, pois se hoje estou aqui, devo muito a elas. Obrigado por tudo! Saudades eternas!

A Deus por tudo que me proporciona na vida.
À minha mãe Lenilda e meu pai Miguel, os quais amo muito, pela compreensão, confiança, dedicação e amor a mim dedicado.
A meu irmão Wellington por tudo que tem feito por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me proporciona na vida.

Aos meus Pais, por toda confiança, carinho e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Me. Daniel Faustino Lacerda de Souza, por sua amizade, paciência e constante orientação durante todo o período do meu trabalho.

À Profª. Drª. Angélica Félix, por possibilitar a minha participação no projeto de pesquisa que resultou no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Prof. Me. Marcelo Guerra, pela ajuda no desenvolvimento da integração do ambiente com a placa microcontroladora Arduino.

Ao meu amigo Rafael Castro, pela ajuda no uso dos objetos de aprendizagem.

Aos meus amigos Ricardo Cunha e Alisson Maurício, pela ajuda nas correções ortográficas.

Aos amigos David Evandre e Emmanuel Sabino, pela ajuda na criação das imagens.

A UFERSA, por ceder o Laboratório de Sistemas de Interatividade e Multimídia (LabSIM), onde desenvolvi esse trabalho.

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa de iniciação científica.

"Muitos homens devem a grandeza da sua vida
aos obstáculos que tiveram que vencer."

(C. H. Spurgeon)

RESUMO

Com o avanço da internet é cada vez mais comum a representação de ambientes reais por meio de ambientes virtuais. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um campus virtual 3D que retrata a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, onde alunos, professores e toda a comunidade, terão acesso a alguns serviços disponibilizados pela instituição. Dentre os serviços disponibilizados no ambiente tem-se a navegação, onde os usuários terão a oportunidade de conhecer estruturas de prédios, salas de aulas, bem como várias estruturas que compõe a universidade. Além de navegação, outro serviço disponibilizado pelo campus inteligente é a reprodução de vídeos, que serão exibidos de acordo com as preferências do usuário, previamente cadastradas. Na parte administrativa do sistema, foi incorporado ao ambiente o controle das lâmpadas do ambiente real através do ambiente virtual. Esse serviço possibilita ao administrador do sistema controlar o estado das lâmpadas de forma mais prática.

Palavras-Chave: Ambiente Virtual, Campus Virtual, Objeto de Aprendizagem.

ABSTRACT

The advancement of internet allows the representation of real places through virtual environments. This paper presents the development of a 3D virtual campus that represents the Universidade Federal Rural do Semi-Árido called UFERSA Virtual. Through this environment, students, teachers and the entire community will have access to some services offered by the institution. One of services provided by UFERSA Virtual is the navigation between the structures of campus. The users will have the opportunity to meet structures of buildings, classrooms, as well as various other places that is part of university. In addition to navigation, other functionality provided by the smart campus is the video streaming recommendation service for distance learning. which will provide educational video content according to user preferences, previously registered. The virtual campus also supports the integration of virtual environment with real structures, allowing, for instance, the reading and control of real status of lamps.

Keywords: Virtual Environment, Virtual Campus, Learning Objects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo da Catedral de Notre Dame.	19
Figura 2 - Avatar (a). Grupo de camisetas (b).....	19
Figura 3 - Campus Virtual da UFPB.....	21
Figura 4 - Campus Virtual da UFRGS.....	22
Figura 5 - Campus Avcilar da Universidade de Instambul.	22
Figura 6 - Campus NTU.....	23
Figura 7 - Perfis X3D.....	27
Figura 8 - Arquitetura geral do sistema.....	30
Figura 9 - Tela inicial do Blender3D.	31
Figura 10 - Modelagem das Grades das janelas.	31
Figura 11 - Paredes desenvolvidas em diferentes dimensões.....	32
Figura 12 - comparação entre cadeiras com diferentes números de pontos.....	33
Figura 13 - Interação através de âncoras.....	34
Figura 14 - Reuso de objetos.	35
Figura 15 – Estruturação dos arquivos.....	36
Figura 16 - Arquitetura de comunicação entre o X3D, X3DOM e os OAs.	37
Figura 17 - Arquitetura de comunicação entre o X3D e o Arduino.	38
Figura 18 - Tela de Cadastro de usuários.....	39
Figura 19 - Tela de acesso ao ambiente	40
Figura 20 - Posição inicial do avatar.....	40
Figura 21 - (a) Próximo ao DCEN (b) Parte interna do DCEN.....	41
Figura 22 - (a) Prédio CITED real. (b) Prédio CITED virtual.	41
Figura 23 - Lab. Física, Química e Matemática (real e virtual).	42
Figura 24 - Prédio Eng. Mecânica (a) real e (b) virtual.	42
Figura 25 - Prédio de Eng. de Produção (a) real e (b) virtual	43
Figura 26 - Prédio Central de aulas IV (a) real e (b) virtual.	43
Figura 27 - Prédio do DCEN (a) real e (b) virtual.	44
Figura 28 - Exibição de vídeo.....	44
Figura 29 - Interação com o físico.	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Código para utilização do X3DOM em páginas HTML5.....	51
Anexo B - Conexão entre X3D e HTML5.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de pontos com e sem o uso de âncoras	46
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estruturas do Ambiente	45
Tabela 2 – Primitivas Gráficas	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LabSIM	Laboratório de Sistemas de Interatividade e Multimídia
AV	Ambiente Virtual
3D	Tridimensional
EAD	Educação a distância
VRND	<i>Virtual Reality Notre Dame</i>
2D	Bidimensional
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
UEPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
NTU	<i>Nanyang Technological University</i>
X3D	<i>Extensible 3D</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
DIS	Simulação Interativa Distribuída
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
OA	Objeto de Aprendizagem
CITED	Centro Integrado de Inovação Tecnológica do Semi-Árido
DCEN	Departamento de Ciências Exatas e Naturais
JDOM	<i>Java based document object model</i>

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	15
1.1- APRESENTAÇÃO	15
1.2-MOTIVAÇÃO	15
1.3-OBJETIVO GERAL.....	16
1.4-OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5-ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2-FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	18
2.1-AMBIENTES VIRTUAIS.....	18
2.2-AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM	20
2.3-CAMPUS INTELIGENTE.....	20
3-FERRAMENTAS	24
3.1-X3D	24
3.2-X3DOM.....	27
3.3-BLENDER.....	28
3.4-JDOM	28
4- UFERSA VIRTUAL	30
4.1-ARQUITETURA GERAL DO AMBIENTE	30
4.2-MODELAGEM DOS OBJETOS.....	31
4.2-DESEMPENHO.....	33
4.4-ESTRUTURAÇÃO DOS ARQUIVOS	35
4.5-OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	36
4.6-INTEGRAÇÃO COM O FÍSICO	37
5-RESULTADOS	39
5.1-ACESSO AO AMBIENTE.....	39
5.2-NAVEGAÇÃO	40
5.3-ESTRUTURAS.....	41
5.4-SERVIÇO	44
5.5-DADOS GERAIS.....	45
6-CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS	51

1-INTRODUÇÃO

1.1- APRESENTAÇÃO

Há algumas décadas, o acesso a serviços oferecidos por instituições de ensino superior era feito estritamente de forma física, onde o interessado tinha que se locomover até a instituição para dispor dos mesmos. Com o avanço da tecnologia as formas de acesso se modificaram, facilitando e expandindo os serviços oferecidos pelas instituições.

Uma das formas de acesso acontece por meio da utilização das técnicas de Realidade Virtual. Realidade Virtual (RV) é uma interface avançada para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características a visualização e movimentação em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos desse ambiente (TORI et al., 2006). Através dela pessoas podem conhecer lugares nunca antes visitados, explorar estruturas inacessíveis, além de interagir com o ambiente visualizado.

1.2-MOTIVAÇÃO

Apesar de na última década terem sido criadas várias universidades, o Brasil ainda tem um grande déficit de instituições de nível superior, principalmente no interior do país. Isso força pessoas, de lugares onde não existem universidades, a buscarem vagas em grandes centros, e em muitos casos, são lugares totalmente desconhecidos, onde o candidato está concorrendo a uma vaga numa instituição em que o mesmo não conhece suas estruturas físicas, como laboratórios, bibliotecas, dentre outros. Esses fatores podem implicar muitas vezes na desistência do aluno quando se depara com um ambiente totalmente diferente do imaginado e desejado.

Para amenizar essa situação desagradável enfrentada por muitos universitários, foi desenvolvido um ambiente virtual tridimensional baseado em realidade virtual. A representação de ambientes reais por meio de Ambientes Virtuais (AVs) permite que usuários visualizem e conheçam lugares remotos. Em alguns casos, esses ambientes são tratados apenas como “maquetes virtuais”. A incorporação de técnicas de Realidade Virtual vem transformar essas maquetes em AVs capazes de mapear as ações do visitante e interagir com ele em tempo real. Tais sistemas permitem a integração de alguns serviços, como:

- Exposição de infraestrutura de laboratórios;
- Passeios interativos pelo Campus;

- Integração de Objetos de Aprendizagem nas diversas áreas de conhecimento;
- Incorporação de uma infraestrutura de Educação a Distância (EaD) mais sofisticada;

Em um campus universitário, além de informação para seus estudantes existe toda parte administrativa, fundamental para o seu perfeito funcionamento e disposição de serviços para sociedade em geral. Assim a integração desses serviços em campi virtuais tridimensionais torna-se uma forma mais intuitiva de disponibilizá-los para alunos, professores e a comunidade (COSTA, 2008).

A utilização desses serviços intermediados pelos Ambientes Virtuais trará ao usuário uma sensação de hiper-realismo, ampliando a sensação de presença, e permitindo que o usuário conheça e/ou amplie seu domínio sobre estes serviços.

1.3-OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi mostrar como os ambientes virtuais (AVs) poderiam auxiliar o acesso de usuários a serviços disponibilizados por universidades, de uma forma mais interativa, usando um ambiente em três dimensões, onde o usuário além de dispor dos serviços oferecidos pela instituição pode realizar passeios pelo campus virtual, conhecer as infraestruturas dos laboratórios, bibliotecas, dentre outros. Dessa forma, esse trabalho propõe uma outra maneira de disponibilizar serviços prestados pela universidade para alunos, professores, funcionários e a comunidade.

1.4-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, o trabalho terá inicialmente a modelagem dos objetos, onde serão desenvolvidos os elementos que compõem o ambiente, sendo esses posicionados além de modelados. Objetiva-se também a aplicação de texturas para tornar o ambiente mais fiel à realidade. Em seguida, dar-se-á início a criação dos serviços, sendo o primeiro deles a navegação, cuja qual permite ao usuário navegar através do ambiente. Outro objetivo no desenvolvimento desse trabalho é a incorporação de objetos de aprendizagem que recomendem, de forma estática, vídeos aos usuários. Por fim tem-se integração ao campus virtual do controle das lâmpadas do campus real.

1.5-ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Este trabalho está dividido em capítulos, incluindo a introdução, da seguinte maneira: O capítulo 2 descreve a fundamentação teórica, onde são citados exemplos de ambientes e campus virtuais. No capítulo 3 são apresentadas as ferramentas que foram utilizadas no desenvolvimento do trabalho. O capítulo 4 define toda a metodologia utilizada no desenvolvimento do ambiente, desde a modelagem dos objetos até a integração dos serviços. Já no capítulo 5 são exibidos os resultados obtidos, através de *screenshots* dos objetos virtuais sendo comparados com as imagens das estruturas reais. Por fim são apresentadas no capítulo 6 as conclusões obtidas, dificuldades encontradas e possíveis trabalhos futuros, que possam ser desenvolvidos dando andamento ao trabalho.

2-FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1-AMBIENTES VIRTUAIS

Diversas formas podem definir um Ambiente Virtual, podendo ser um cenário contendo vários elementos do mundo real, como prédios, casas, carros, árvores e outros personagens. Alguns fatores como a cor, textura e iluminação feita no ambiente são muito importantes. No entanto, pode haver um AV que não segue nenhuma referência que temos no mundo real, isto é, ele pode ser abstrato. Apesar disso, os fatores como a cor, textura e iluminação não devem deixar de participar do AV, continuando a ser importantes na definição do mesmo para que a visualização e a imersão continuem ocorrendo (YOSCHITAKI, 2010).

Pode-se encontrar AVs envolvendo características tridimensionais e bidimensionais (imagens e textos). Sob este ponto de vista, ele pode ser definido como um cenário dinâmico armazenado em computador e exibido através de técnicas de computação gráfica e Realidade Virtual, em tempo real (PINHO e REBELO, 2004). Ou, segundo Altieres (2006), é ambiente em três dimensões (3D) que dispõe de recursos que dão a idéia de que o ambiente possui profundidade e que o usuário pode mover-se através dele.

Atualmente é possível encontrar Ambientes Virtuais nas mais diversas áreas, como educação, comércio, entretenimento, cultura entre outros. Como exemplo de ambientes usados para retratar a cultura, podemos citar o, *Virtual Reality Notre Dame – VRND*, mostrado na Figura 1, que tem como objetivo não apenas a reconstrução para a visita, mas para a disseminação da história e cultura do lugar. O VRND dispõe de um guia virtual que possui ações pré-programadas que o permite conduzir visitantes pela catedral, mostrando pontos importantes e explicação via caixa de texto (DELEON e BERRY, 2000).

Outra área em que os ambientes virtuais são bastante utilizados é no comércio, onde a venda de imóveis é um dos segmentos mais explorados. Segundo Burdea e Coiffet (2003), a visualização dos projetos dos prédios permite que clientes tenham um maior conhecimento sobre o imóvel, ajudando assim, na argumentação para realização da compra. Como exemplo de trabalhos dessa natureza, podemos destacar o Ribeiro e Rocha (2005), que desenvolveram um projeto para um andar modelo virtual baseado em plantas de edifícios. Através do ambiente, o cliente pode navegar e visualizar o apartamento antes mesmo de sua construção, e de acordo com a avaliação realizada pelos autores, isto permitiu a diminuição dos custos iniciais da construção e facilitou a relação com o cliente (RIBEIRO e ROCHA, 2005).

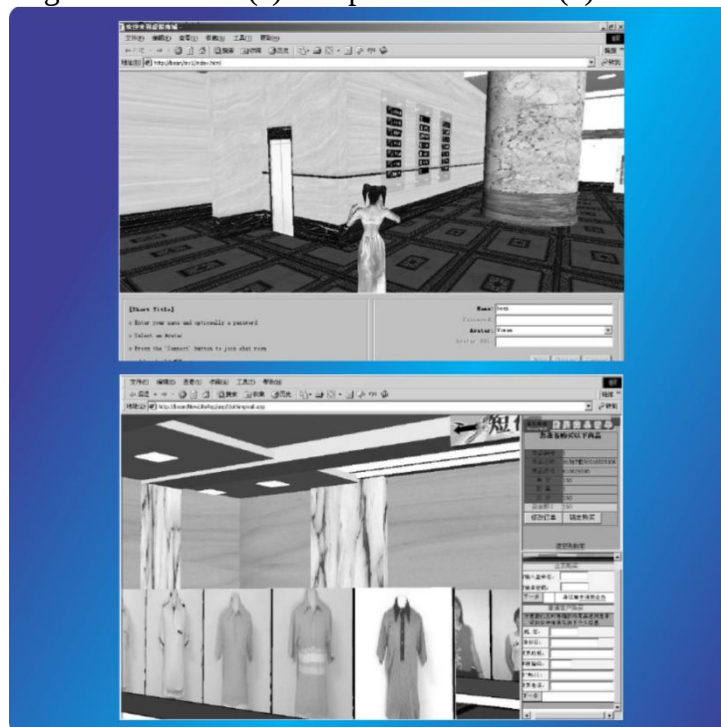
Figura 1 - Modelo da Catedral de Notre Dame.



Fonte: DeLeon e Berry (2000).

Outro ambiente que podemos destacar na área do comércio é o *EasyMall* (Figura 2), que agrega características 2D a um ambiente tridimensional permitindo interação e manipulação. Este projeto foi desenvolvido através da utilização de VRML e Java, e oferece a seus usuários um guia de serviço inteligente e uma plataforma alterável, onde os clientes podem modificar os atributos dos produtos, como formas, cores, tamanho, entre outras características, a fim de adaptá-lo aos seus requisitos (PAN et al., 2004).

Figura 2 - Avatar (a). Grupo de camisetas (b)



Fonte: Pan et al. (2004).

2.2-AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Com o aumento das opções de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na internet, cresceu o interesse em utilizá-las com o intuito de melhorar, ampliar e facilitar os processos de educação, seja na modalidade presencial, seja na modalidade à distância (EAD). Para integrar múltiplas mídias, softwares e recursos, propiciar interações dos docentes com os discentes, bem como entre pessoas e objetos de conhecimento, no ambiente da internet, diferentes soluções de sistemas de processamento foram desenvolvidos, especialmente a partir de 1990, na forma de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (KLERING; SCHRÖEDER, 2011).

Segundo Almeida e Elizabeth (2003), os ambientes virtuais de aprendizagem são sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Permite integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções tendo em vista atingir determinados objetivos. Os AVAs são concebidos para auxiliar a EaD de maneira rápida e fácil. Agregam todos os recursos pedagógicos e administrativos. Gerenciam-se e promovem mediações pedagógicas (OLIVEIRA, 2010).

Um exemplo de AVA bastante usado é o *modular object oriented dynamic learning environment* (Moodle), que lançou sua primeira versão em 1999. O Moodle tem uma filosofia *open source* na distribuição e desenvolvimento, e segundo Legoinha et al. (2006) seu conceito fundamental consiste numa página, onde professores disponibilizam recursos e desenvolvem atividades com e para os alunos.

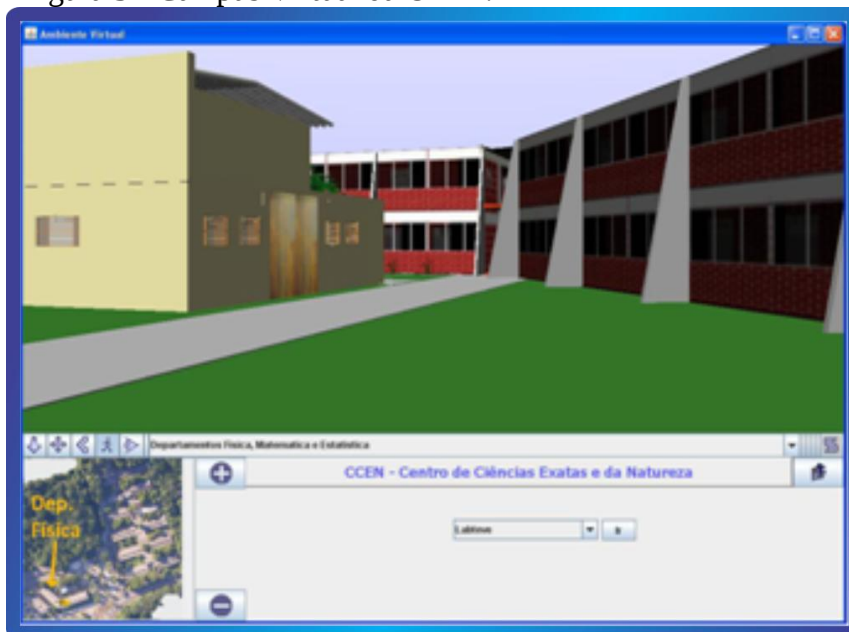
2.3-CAMPUS INTELIGENTE

Um Campus Virtual é um AV para fins universitários que pode agregar características 2D e/ou 3D. Os Campi Virtuais bidimensionais costumam serem sítios de instituições de ensino que provêem desde informações gerais da instituição até recursos para extensão do processo de aprendizado, de forma que este processo também possa ser realizado à distância no ambiente. Nestes casos, os Campi Virtuais são dotados de recursos como disponibilização de vários tipos de materiais (textos, vídeos, salas de bate-papo, dentre outras funcionalidades) e restrições de acesso para entrada apenas de usuários cadastrados (COSTA, 2008).

Com a aceitação e evolução da tecnologia 3D na web, campi virtuais começaram a incorporar características 3D aos seus ambientes, passando a se chamar de Campi virtuais 3D. Essa incorporação agregou bastante valor a esses ambientes, pois com características tridimensionais esses campi se tornaram mais intuitivos, chamando a atenção de mais usuários, pois transmite uma sensação de hiper-realismo, sem falar na possibilidade de pessoas de outros lugares poderem conhecer as instalações físicas daquela determinada instituição.

No Brasil, atualmente é possível encontrar vários trabalhos que tem como objetivo o desenvolvimento de campi virtuais 3D, como o da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que foi modelado utilizando o X3D e tem como objetivo disponibilizar os serviços voltados para o apoio do ensino e de interesse social. O ambiente virtual, que prover uma réplica do ambiente universitário, ficou disponível na internet acrescido de ferramentas computacionais de ensino (MACHADO et al., 2006).

Figura 3 - Campus Virtual da UFPB.



Fonte: Machado (2006).

Outro trabalho dessa natureza que também pode ser encontrado no Brasil é o campus virtual da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que teve suas estruturas modeladas com o auxílio do software AutoCAD e o 3D Studio para a aplicação de texturas. Esse modelo, diferente do citado anteriormente, não tem serviços incorporados ao ambiente sendo usado exclusivamente para realização de passeios guiados pelo campus, onde pode ser observada a riqueza do patrimônio histórico e arquitetônico da UFRGS como mostra a Figura 4 (UFRGS, 2013).

Figura 4 - Campus Virtual da UFRGS.



Fonte: UFRGS (2003).

Além do Brasil, é também possível encontrar campi virtuais 3D em outros lugares, como o Campus Avcilar da Universidade de Instambul (Figura 5), que como o da UFRGS, tem como objetivo a navegação para conhecimento de suas instalações como mostra SARISAKAL e CEYLAN (2003).

Figura 5 - Campus Avcilar da Universidade de Instambul.



Fonte: Sarisakal e Ceylan (2003).

O campus NTU (*Nanyang Technological University*) é outro exemplo de campus inteligente. Segundo Sourin (2004), o NTU inicialmente tinha como idéia principal a representação fiel do ambiente, com dados como localização, tamanhos e vegetação do ambiente sendo desenvolvido minuciosamente, com todos os detalhes. Porém o projeto tinha uma meta maior, que seria disponibilizar serviços para os estudantes como: bate-papo em salas virtuais com conteúdos multimídias para que os estudantes pudessem se comunicar. Assim foi feito um estudo sobre o custo-benefício sobre a complexidade das estruturas e realismo, resultando na redução dos polígonos para possibilitar a disposição do ambiente na internet. A Figura 6 exibe a interface do NTU onde é observada a utilização de avatares e o uso do bate-papo.

3-FERRAMENTAS

3.1-X3D

O X3D (eXtensible 3D) é um padrão de software aberto para definição e comunicação em tempo real de conteúdo 3D e interativo para efeitos visuais e modelagem comportamental. Ele pode ser usado em todos os dispositivos de hardware e em uma ampla gama de aplicações, incluindo CAD, simulação visual, visualização médica, GIS, entretenimento, educacional e apresentações multimídia (WEB3D a, 2013).

Após anos de uso do VRML, alguns aspectos da especificação foram revisados e melhorados, resultando no que inicialmente foi chamado de VRML-NG (*new generation*), tendo seu nome alterado para X3D após passar a ser responsabilidade do web3D Consortium e devido a sua ligação com o XML (eXtensible Markup Language). Muitas das premissas básicas do VRML foram estendidas permitindo assim uma maior flexibilidade. Outras vantagens incluem uma maior consistência, devido a alteração de alguns nomes de campos, e maior precisão com a iluminação e com o modelo de eventos (ALTIERES, 2006).

O X3D possui um rico conjunto de características para suportar aplicações, tais como: engenharia e visualização científica, apresentações multimídia, entretenimento e títulos educacionais, páginas da web e mundos virtuais compartilhados. O conjunto de recursos do X3D inclui (WEB3D a, 2013):

- Gráficos 3D - Geometria poligonal, geometria paramétrica, transformações hierárquicas, iluminação, materiais e mapeamento de textura;
- Gráficos 2D - Texto, vetor 2D e formas planas exibida dentro da hierarquia transformação 3D;
- Animação - *Timers* e *interpolators* para dirigir animações contínuas;
- Fontes audiovisuais mapeadas em geometria na cena - Áudio e vídeo especializados;
- A interação do usuário - Movimento com mouse e entrada de teclado;
- Navegação - Câmeras; movimento do usuário dentro da cena 3D, detecção de colisão, de proximidade e visibilidade;
- Objetos definidos pelo usuário - Capacidade de estender a funcionalidade interna do navegador através da criação de tipos de dados definidos pelo usuário;

- Scripting - Capacidade para alterar dinamicamente a cena através de programação e linguagens de script;
- Networking - Capacidade para compor uma única cena X3D de ativos localizados em uma rede; hiperlinks de objetos de outras cenas ou ativos localizados na World Wide Web;
- Simulação física – Animação Humanóide e integração com Simulação Interativa Distribuída (DIS) protocolos;
- Posicionamento geo-espacial - Capacidade para posicionar com precisão objetos de cena X3D;
- Geometria CAD - Capacidade de representar modelos CAD mapeados a partir de sistemas CAD;
- Camadas - Capacidade para organizar cenas X3D em prestação de grupos para que objetos em uma dada camada possam sobrepor outros em camadas subjacentes;
- O suporte para *shaders* programáveis - Capacidade para substituir o modelo de iluminação X3D com programas de sombreamento personalizados;
- Sistemas de partículas - Capacidade de gerar sistemas de partículas que podem representar fogo, fumaça e outros efeitos.

São utilizados *browsers* específicos para a visualização das cenas descritas em X3D. Esses consistem em aplicações capazes de interpretar e processar os arquivos X3D, apresentando os modelos tridimensionais, animados ou não, e permitindo interações do usuário com os objetos (CAVALCANTE, 2011). Os *browsers* X3D (também chamados de navegadores ou *players*) podem se apresentar como *plugins* ou *applets* em navegadores Web como o *Mozilla Firefox* ou *Google Chrome*, ou ainda como aplicações independentes (WEB3D b, 2013).

Devido aos novos requisitos de suportar múltiplos formatos de arquivo e linguagem de programação, o X3D é composto de três especificações ISOs separadas. 19775:200x 24 (descrição abstrata de todas as partes funcionais do sistema); 19776:200x (conjunto de descrições de formatos de arquivos e como uma estrutura abstrata de uma especificação é codificada nestes arquivos); 19777:200x (conjunto de mapeamentos para várias linguagens de programação) (WEB3D b, 2013).

O grafo de cena X3D é apresentado em um arquivo codificado, com extensão *.x3d*, em XML ou codificado, com extensão *.x3dv*, em VRML clássico. Além de bem definida, a estrutura do grafo permanece consistente em ambas as codificações. Cada codificação impõe seus próprios requisitos em relação à sintaxe e *layout* da representação comum da informação.

De acordo com Brutzman e Daly (2007), um arquivo .x3d pode ser estruturado da seguinte forma:

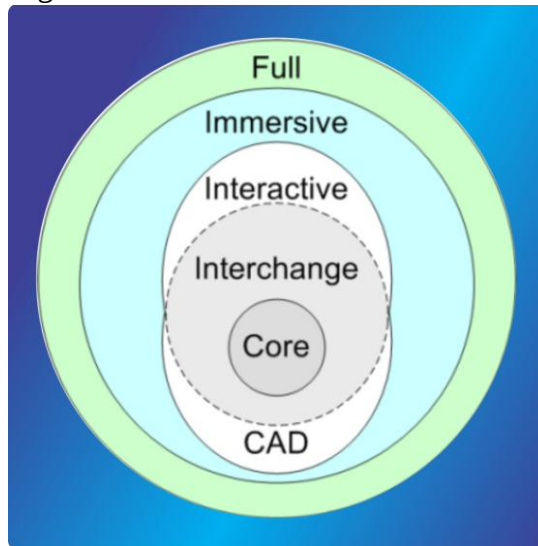
- Cabeçalho do arquivo: contém as informações sobre a configuração inicial da cena X3D;
- Declaração do cabeçalho X3D: identifica o documento como um arquivo X3D;
- Declaração do perfil: coleção de componentes para um específico nível de suporte;
- Declaração do componente: coleção de nós que geralmente possuem funcionalidades comuns;
- Declaração META: que proveem informações frequentemente utilizadas para referenciar autor, direitos autorais, referências e outras informações;
- Corpo da cena gráfica: que contém todos os nós que compõem o modelo.

O X3D disponibiliza um conjunto de perfis com níveis e funcionalidades específicas. Todos os arquivos X3D requerem a definição do perfil que está em uso, cuja qual pode ser suprida com a requisição de componentes adicionais pelo usuário. Os perfis também são úteis para os desenvolvedores de navegadores X3D, pois os mesmos podem desenvolver níveis intermediários de suporte, antes de alcançar uma grande parte da especificação da linguagem. Eles também auxiliam os desenvolvedores de ambientes, possibilitando que os autores foquem sua cena em um grupo de funcionalidades suportadas por um dado perfil. Outra vantagem que os perfis agregam ao X3D é tornar possível a utilização dessa tecnologia em dispositivos móveis. Na Figura 7 podemos observar os perfis suportados pelo X3D, sendo eles (BRUTZMAN e DALY, 2007):

- *Core*: fornece as definições mínimas requisitadas pelo navegador X3D;
- *Interchange*: Perfil base para comunicação entre várias aplicações 3D. Ele inclui geometrias básicas, aparência e nós de animação;
- *Interactive*: Inclui capacidades adicionais ao perfil *Interchange*, adicionando a maioria dos nós necessários para interação do usuário com a cena;
- *MPEG-4Interactive*: Perfil que suporta as necessidades da especificação multimídia MPEG-4 para definições gráficas 3D, tratando-se de uma combinação aproximada do perfil *Interactive*;
- *CADInterchange*: Perfil especializado que suporta a importação de modelos CAD. Ele inclui a maioria dos nós do perfil *Interchange* e um conjunto de nós para CAD;
- *Immersive*: Inclui todas as definições existentes no perfil *Interactive*, adicionando outras capacidades avançadas e novos nós: geometria 2D, efeitos ambientais, utilidades de eventos, etc.;

- *Full*: Inclui todos os nós definidos na especificação X3D e estende o perfil *Immersive*. As capacidades incluídas neste perfil são: DIS (*Distributed Interactive Simulation*), H-Anim (*Humanoid Animation*), GeoSpatial, NURBS (*Non-Uniform Rational B-spline Surfaces*) e outros componentes avançados. A Figura 7 exibe a relação dos vários perfis.

Figura 7 - Perfis X3D.



Fonte: Brutzman e Daly (2007).

A linguagem X3D também permite integração de aplicações JAVA com o Xj3D para visualização do ambiente 3D, por meio da SAI (*Scene Access Interface*), que é uma API definida na especificação X3D, onde é possível extrair toda a dinâmica do sistema em uma aplicação independente e robusta, visualizando o mundo virtual 3D (WEB3D a, 2013). O Xj3D é um projeto de código aberto que visa a criação de um kit de ferramentas para o VRML e o X3D, escrito totalmente em Java e desenvolvido pelo consórcio Web3D (WEB3D a, 2013).

3.2-X3DOM

X3DOM é um *framework* de código aberto desenvolvido para preencher a corrente especificação do html5 para conteúdo 3D declarativo. O X3DOM tem como objetivo fazer com que uma cena X3D seja adicionada diretamente em páginas HTML5 permitindo a manipulação apenas adicionando, removendo ou alterando elementos DOM, tornando possível a visualização das cenas em *browsers* convencionais e a utilização de eventos HTML em objetos 3D (X3DOM, 2013).

A forma correta de se utilizar o X3DOM durante o desenvolvimento de seu aplicativo é demonstrado no anexo A (X3DOM, 2013).

Como mostrado acima, para que as cenas X3D sejam exibidas em *browsers* convencionais é necessário adicionar ao código HTML o arquivo `x3dom.js` (biblioteca do X3DOM) e o `x3dom.css` (folha de estilo para o X3DOM). Outra forma de adicionar esses arquivos é fazendo o download dos mesmos em X3DOM (2013), e colocá-los em seu disco rígido ou servidor web.

Esse *framework* agrega bastante valor ao ambiente, pois, além de não ser preciso a instalação de um *browser* específico para renderização das cenas 3D, ele também possibilita o acesso e a alteração de atributos dos nós DOM em tempo de execução, tornando assim os cenários 3D mais dinâmicos e interativos (BEHR et al., 2009). O exemplo presente no anexo B, tirado de Behr, (2009), mostra como é possível realizar a conexão entre os nós X3D e o HTML através de eventos.

Essa tecnologia é suportada nos *browsers* mais atuais como Mozilla e Chrome. Em caso de utilização de outros *browsers*, em X3DOM (2013) é possível verificar se os mesmos suportam o X3DOM.

3.3-BLENDER

Utilizado para modelagem 3D, o Blender (também conhecido como Blender3d). Trata-se de um sistema computacional de código aberto, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D, tais como jogos, apresentações e outros (FILHO, 2011) e (REINICKE, 2008). O Blender possui uma vasta quantidade de ferramentas, o que proporciona a criação dos mais diversos tipos de objetos 3D, desde os mais complexos até o mais simples.

Encontra-se disponível para diversos sistemas operacionais como: Windows, Linux, Irix, Sun Solaris, FreeBSD e Mac OS X (BLENDER FOUNDATION, 2013).

3.4-JDOM

Para utilizar os metadados dos OAs foi necessário usar a API *Java based document object model* (JDOM). O JDOM é uma API Java que permite a leitura e escrita de arquivos XML e Document Object Model (DOM). Uma de suas grandes vantagens em relação às demais ferramentas de manipulação destes arquivos, é que esta fornece uma leitura e escrita sem um grande consumo de memória (JDOM, 2014).

A utilização desta API se dá pelo fato que os metadados dos Objetos de Aprendizagem são armazenados em arquivos XML. Considerando ainda que o ambiente de exibição de conteúdo utilize o HTML5, seria necessário então a utilização de uma ferramenta que pudesse ser o elo entre o conteúdo educacional, que será exibido, e o HTML5. Assim sendo, optou-se pela JDOM, por suas facilidades de utilização, citadas anteriormente.

4- UFERSA VIRTUAL

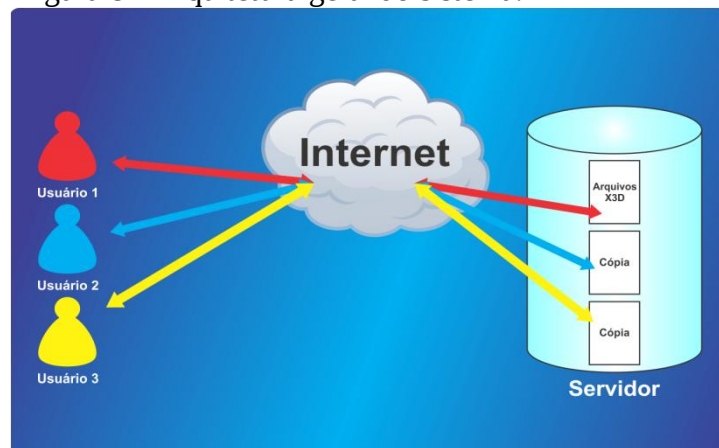
Nesse trabalho foi desenvolvido um ambiente virtual (UFERSA Virtual) que funciona como campus inteligente, baseado no trabalho desenvolvido por Machado et al. (2006), porém acrescido de outras funcionalidades. A UFERSA Virtual consiste em um ambiente virtual em três dimensões onde alunos, professores e a comunidade podem conhecer o campus, navegando por estruturas que retratam o ambiente real. Esse campus inteligente também disponibiliza para seus usuários, vídeos com conteúdos baseados em suas preferências previamente cadastradas. Esse ambiente também retrata as estruturas que compõe o campus leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada em Mossoró - RN.

No desenvolvimento desse ambiente foram utilizadas as ferramentas descritas anteriormente (X3D, X3DOM, Blender e JDOM) em conjunto ou isoladas. Abaixo segue o detalhamento de todas as fases do desenvolvimento, desde a modelagem dos objetos, passando pelo desempenho, organização dos arquivos, serviços disponibilizados até a arquitetura geral do sistema.

4.1-ARQUITETURA GERAL DO AMBIENTE

Visando permitir um melhor acesso da população a universidade, pensou-se no desenvolvimento de um ambiente virtual 3D que retratasse o ambiente real da instituição. A Figura 8 retrata a arquitetura geral do ambiente, onde os usuários, através da internet, acessam os arquivos HTML, que contém as cenas presentes no servidor. Nos casos em que, mais de um usuário estiver acessando o ambiente ao mesmo tempo, não será possível uns visualizarem os outros, pois o ambiente não é multiusuário, assim, ao ser acessado por mais de uma pessoa ao mesmo tempo, o ambiente distribuirá cópias do sistema original.

Figura 8 - Arquitetura geral do sistema.



Fonte: Autoria própria.

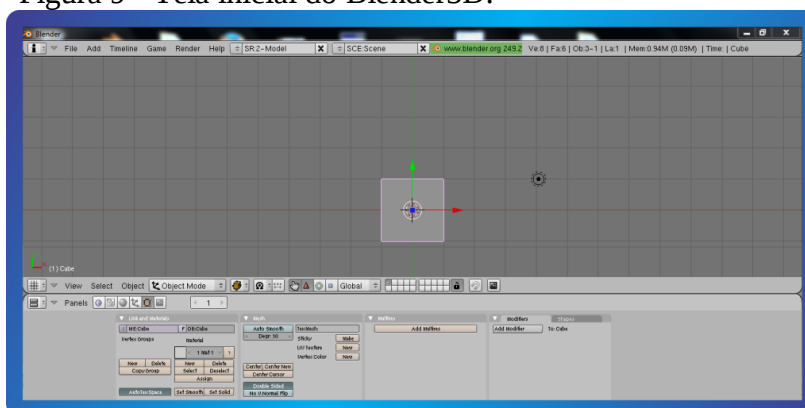
Todos os arquivos HTML do sistema têm adicionado a seu código, scripts contendo o X3DOM, para possibilitar o anexo das cenas 3D aos mesmos, e assim tornar possível o acesso ao ambiente por meio de um browser convencional.

4.2-MODELAGEM DOS OBJETOS

Inicialmente foi realizado um reconhecimento específico do ambiente real, buscando as informações básicas do local. Embora, conheça-se bem o Campus, foram disponibilizadas as plantas dos prédios e feitas fotografias no intuito de armazenar detalhes como a dimensão, altura, largura, posicionamento, texturas e materiais dos elementos a serem modelados.

A partir dessas informações, a modelagem do ambiente foi iniciada utilizando o software Blender3D. A Figura 9 mostra a tela inicial do Blender, onde contém um cubo, que é um dos objetos básicos, disponibilizados por essa ferramenta.

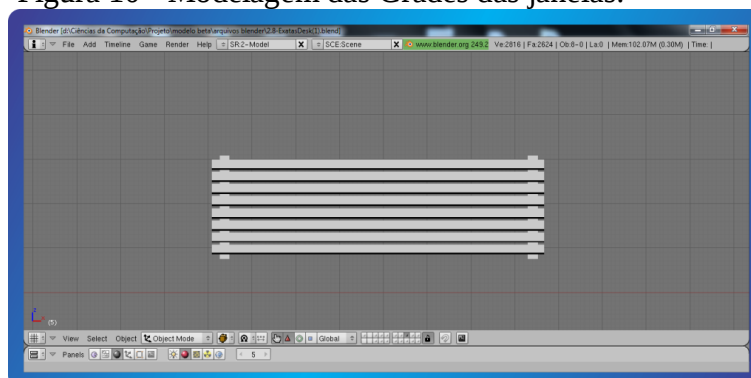
Figura 9 - Tela inicial do Blender3D.



Fonte: Autoria Própria.

Partindo de um cubo, mostrado na imagem anterior, é realizada a modelagem de todas as outras estruturas do ambiente. A Figura 10 mostra a modelagem das grades usadas nas janelas dos prédios.

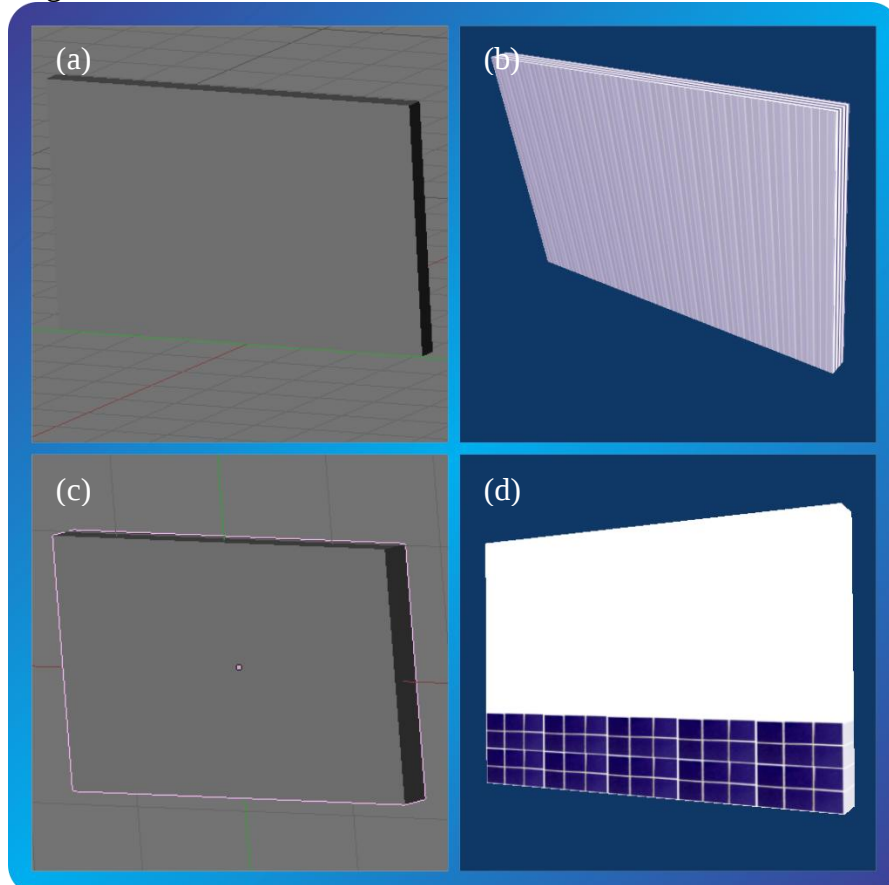
Figura 10 - Modelagem das Grades das janelas.



Fonte: Autoria própria.

Um ponto importante na modelagem dos objetos é a escolha de qual dimensão destinar a cada parte deste. Ao longo do desenvolvimento dos objetos, percebeu-se que aos olhos do modelador, tudo ocorria bem independente de qual dimensão fosse usada, onde todas as estruturas ficaram perfeitas. Entretanto, após a aplicação das texturas, dependendo da dimensão usada no desenvolvimento de uma determinada parte do objeto, essas ficaram totalmente distorcidas, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Paredes desenvolvidas em diferentes dimensões.



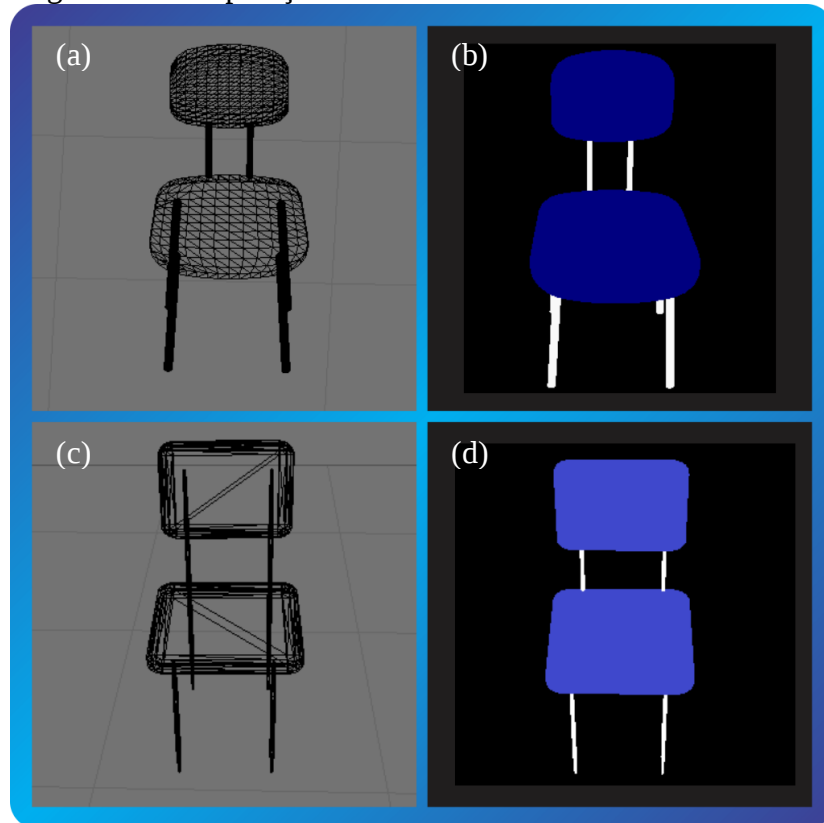
Fonte: Autoria própria.

A primeira parede (Figura 11(a)), teve a espessura desenvolvida num eixo diferente do z, resultando numa modelagem perfeita, porém, após a aplicação das texturas, as mesmas ficaram completamente distorcidas, como é possível observar na Figura 11(b). Na criação da segunda parede (Figura 11(c)) o eixo z foi usado para a espessura, o eixo x para a altura e o eixo y para a largura. As texturas ao serem aplicadas, ficaram normais, como mostra a Figura 11(d), logo, padronizou-se, a fim de consertar a distorção dessas, onde as coordenadas ideais para o desenvolvimento das paredes seriam x, y e z para altura, largura e espessura, respectivamente.

4.2-DESEMPENHO

Uma preocupação constante em relação à modelagem é a garantia do realismo por parte dos objetos, pois, espera-se sempre objetos virtuais que retratem ao máximo a realidade, contudo, juntamente a isso vem a necessidade de otimização dos objetos, que por se tratar de um ambiente disponibilizado na web, é preciso que sejam sempre de fácil renderização. Assim, o desafio é o desenvolvimento de objetos simples e realistas. A solução encontrada para isso foi fazer uma análise prévia dos objetos desenvolvidos e diminuir ao máximo o número de linhas, de uma maneira que não altere o realismo dos objetos. A Figura 12 mostra uma comparação entre duas cadeiras cujos aspectos de realismo e otimização do objeto foi levado em consideração.

Figura 12 - comparação entre cadeiras com diferentes números de pontos.



Fonte: Autoria própria.

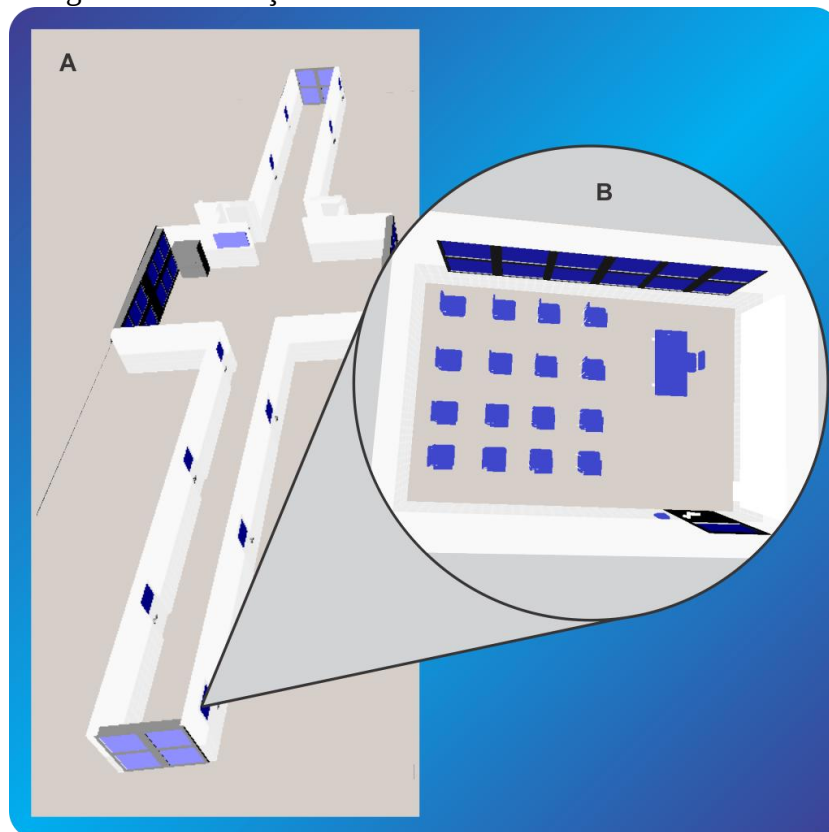
Fazendo uma comparação entre o número de linhas presentes na cadeira da Figura 12(a) com o da Figura 12(c) percebe-se que o objeto mais arredondado necessita de um número de linhas bem maior que do objeto quadrado, Portanto, para que a primeira imagem seja renderizada necessitará de mais processamento do que a segunda. Por outro lado, considerando-se o realismo, o objeto com o maior número de linhas (Figura 12(b)) é mais realista que a estrutura com um menor número de linhas (Figura 12(d)). Levando em consideração que a UFERSA Virtual é um ambiente disposto na web e que uma cadeira

modelada com menos detalhes que a real não alteraria o realismo do ambiente, é preferível a utilização da cadeira quadrada que apesar de ser menos realista necessita de um processamento bem menor para que a mesma seja exibida, melhorando assim o desempenho do ambiente.

Outro ponto pensado para o melhoramento do desempenho do ambiente foi o carregamento das cenas. Por se tratar de um ambiente grande e disposto na web, ficaria inviável o carregamento das cenas por completo, sempre que o usuário acessasse o mesmo, assim foram utilizados âncoras para que partes específicas do ambiente fossem carregadas apenas quando fossem solicitadas, tornando assim o ambiente mais leve.

A Figura 13 mostra a utilização de âncoras no carregamento da parte interna de um prédio. Após a entrada do usuário em um prédio, ao invés de serem carregados todos os objetos presentes no mesmo, apenas as partes que podem ser vistas pelo usuário são renderizadas, como o piso, teto, paredes e portas, presentes no corredor, como demonstrado na Figura 13(a). Caso o usuário necessite entrar em uma das salas, todos os objetos anteriormente citados são substituídos pelos objetos que compõem a sala, utilizando âncoras, como mostra a Figura 13 (b).

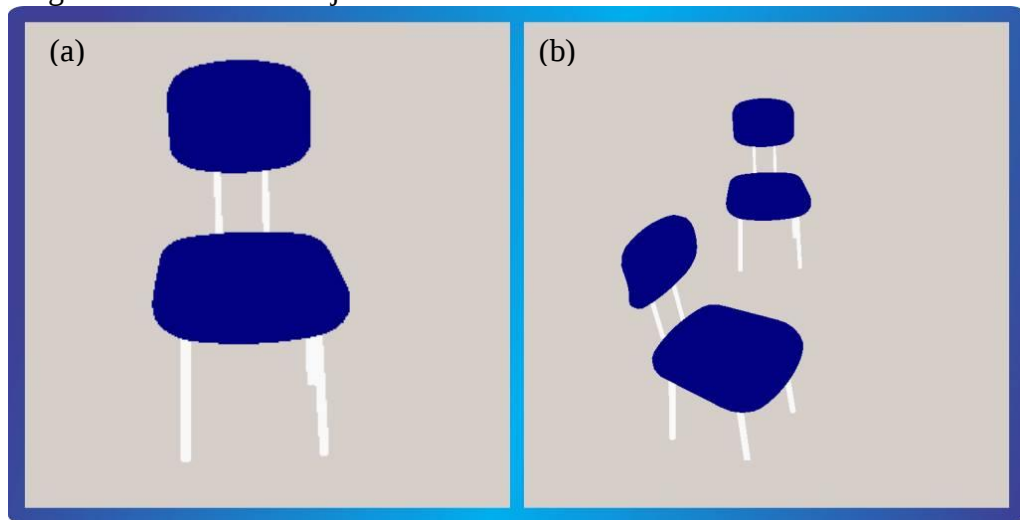
Figura 13 - Interação através de âncoras.



Fonte: Autoria Própria

Ainda pensando no desempenho, utilizaram-se os nós DEF e USE que define e reusa, respectivamente, objetos na cena. A utilização desses nós foi muito importante para melhorar a desempenho do ambiente, pois objetos idênticos presentes em uma mesma cena não precisam ser recriados, basta reusá-los e fazer ajustes de translação e rotação para a posição desejada. A Figura 14 mostra um exemplo de utilização do DEF e USE na replicação das cadeiras de uma sala, onde não só os objetos como também todas as características dos mesmos são reusados. A Figura 14(a) mostra a cadeira principal e a Figura 14(b) exibe a cadeira principal sendo reusada, porém em outra posição.

Figura 14 - Reuso de objetos.



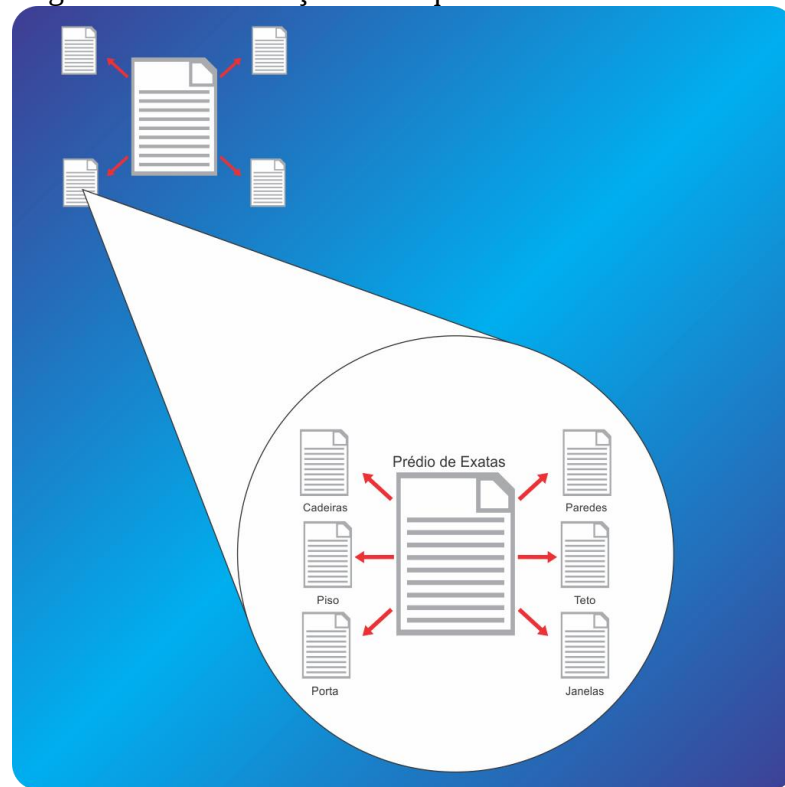
Fonte: Autoria própria

4.4-ESTRUTURAÇÃO DOS ARQUIVOS

Em virtude do grande número de objetos presentes no ambiente, a manutenção do mesmo ficaria inviável, caso todos fossem adicionados a um único arquivo. Mediante a isso, fez-se necessário estruturar os arquivos de forma a facilitar sua manutenção. Essa estruturação deu-se por meio de links, que são estruturas responsáveis por adicionar um arquivo em outro.

Após a modelagem, todo o ambiente foi exportado do Blender para o X3D separado em partes similares, ou seja, de posse de um prédio totalmente modelado é feita a sua divisão em fragmentos menores para que cada parte do prédio fique em um arquivo separado. A junção das partes é feita em outro arquivo utilizando os links, como mostra a Figura15.

Figura 15 – Estruturação dos arquivos.



Fonte: Autoria própria.

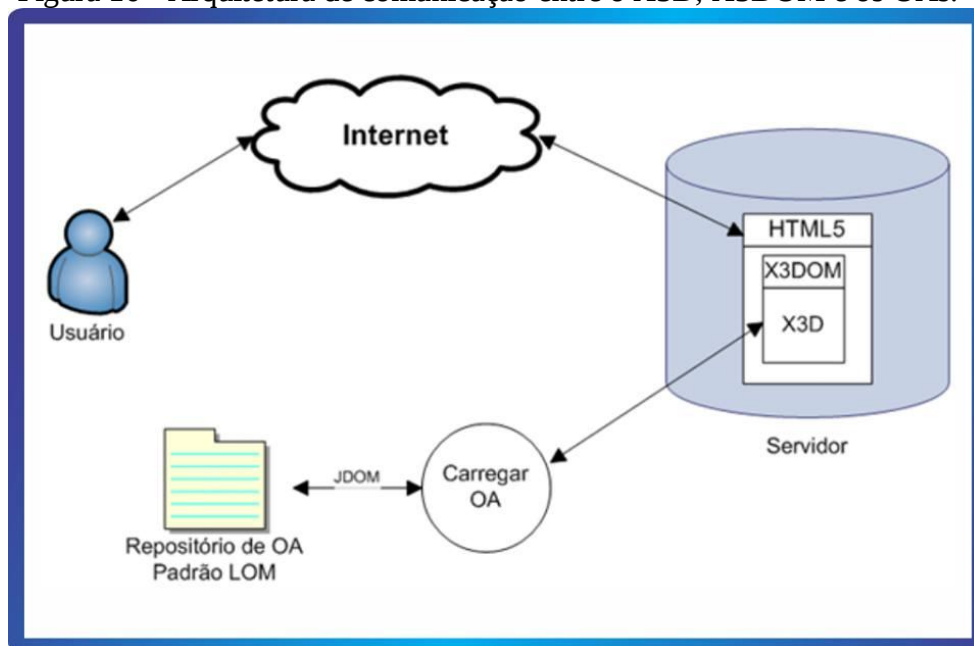
A distribuição desses objetos em arquivos menores é essencial para manipulá-los, pois após a sua exportação para o X3D, toda alteração é feita diretamente no código dos objetos, dificultando a manipulação dos mesmos. Um exemplo claro da facilitação dessa manipulação é na aplicação de texturas nas paredes internas de um prédio. Como todas as paredes possuem a mesma textura, basta aplicá-las em uma e replicar nas demais, tendo a certeza de que todos os códigos presentes no arquivo são de paredes internas, assim tirando a necessidade do desenvolvedor procurar quais objetos são paredes internas e quais não são facilitando assim a aplicação das mesmas.

4.5-OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Pensando em tornar o ambiente mais intuitivo e voltado às características do usuário, adicionaram-se ao campus virtual objetos de aprendizagem (OAs) com recomendação estática. Esses objetos alteram o material disponibilizado pelo ambiente de acordo com as preferências previamente cadastradas pelo usuário, no ato do cadastro, onde o acesso ao ambiente é liberado, ou seja, vídeos, PDFs, dentre outros materiais disponibilizados no campus, são exibidos conforme o usuário escolheu ao realizar o cadastro.

Para a leitura dos metadados dos OAs, foi utilizada a biblioteca JDOM. O uso dessa biblioteca permite serviços tanto de escrita como de leitura dos arquivos .xml, assim ela é usada para carregar os metadados, bem como mapear os valores na classe Java que contém os respectivos metadados. A Figura 16 exibe a arquitetura de comunicação entre o X3D, X3DOM e os Objetos de Aprendizagem.

Figura 16 - Arquitetura de comunicação entre o X3D, X3DOM e os OAs.



Fonte: Autoria Própria

Como mostrado na Figura 16, o usuário através da internet acessa os arquivos HTML presentes no servidor. Esses arquivos são compostos pela biblioteca do X3DOM, que possibilita a adição direta de cenas X3D em páginas HTML, e das próprias cenas 3D. Essas cenas são montadas de acordo com os objetos de aprendizagem presentes no repositório de AO.

Assim, a adição desses objetos de aprendizagem, que recomendam materiais, ao ambiente, atribui bastante valor ao mesmo, pois ao invés de um campus virtual desenvolvido apenas para navegação, passa a ser uma ferramenta para a utilização no ensino não presencial, onde é disponibilizado materiais para os alunos.

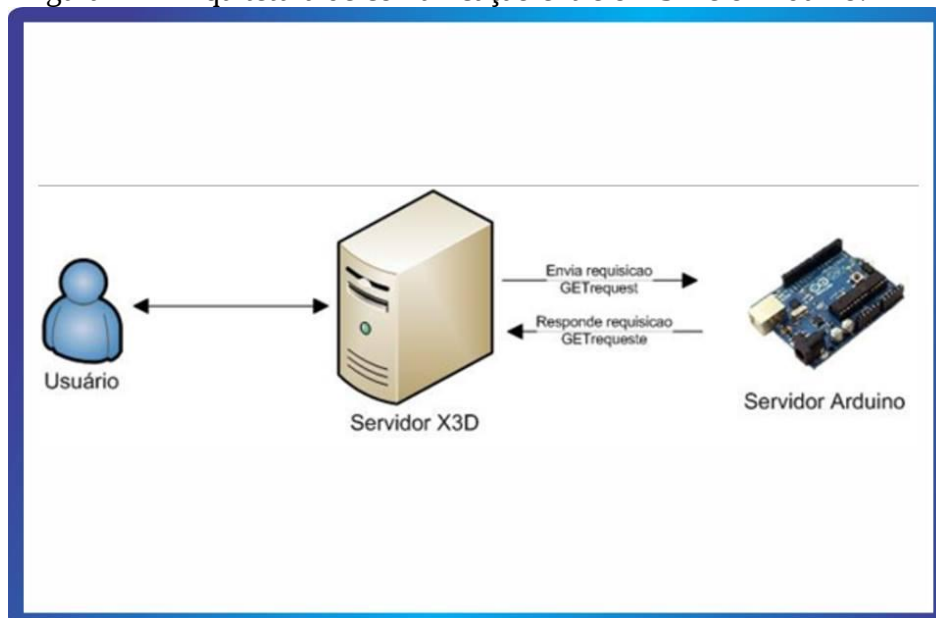
4.6-INTEGRAÇÃO COM O FÍSICO

Para tornar possível a alteração do estado das lâmpadas do ambiente real por meio do ambiente virtual foi necessária a utilização de uma placa Arduino. O Arduino é uma plataforma de *hardware open source*, ideal para a criação de dispositivos que permitam

interação com o ambiente, utilizando nas entradas, dispositivos como: sensores de temperatura, luz, som, etc., e nas saídas, leds, motores, displays, autos-falantes, etc., criando desta forma várias possibilidades de interação com o ambiente real (Margolis, 2011).

O usuário entra no ambiente virtual e, navegando por ele, decide clicar em um interruptor para acender/apagar uma lâmpada. O servidor X3D percebe essa ação e envia uma requisição HTTP, com o sinal referente à lâmpada que o usuário quer acender, ao servidor do Arduino. Este, por sua vez, verifica o estado da lâmpada (on/off) e simplesmente inverte-o. Na resposta HTTP o estado atualizado da lâmpada é passado para o servidor X3D, que modifica a cor do objeto lâmpada selecionado pelo usuário de acordo com seu novo estado (on/off). A Figura 17 exibe a arquitetura de comunicação entre o X3D e o Arduino.

Figura 17 - Arquitetura de comunicação entre o X3D e o Arduino.



Fonte: Autoria própria

Os detalhes da implementação no servidor Arduino não são do escopo desse trabalho, foram desenvolvidos por outro aluno do grupo de pesquisa.

5-RESULTADOS

Nesse capítulo é feita a apresentação dos resultados obtidos com o desenvolvimento do ambiente virtual da UFERSA. O objetivo geral é comparar o ambiente real com o ambiente virtual, mostrando a semelhança entre os dois, bem como expor os serviços disponibilizados no ambiente. Estes resultados serão apresentados por meio de *screenshots* do sistema em funcionamento e de imagens reais do campus da universidade.

5.1-ACESSO AO AMBIENTE

Ao acessar o campus virtual é preciso inicialmente que o usuário realize um cadastro, onde ele indicará suas preferências em relação a conteúdos, que serão usadas pelos objetos de aprendizagem para recomendação de materiais disponibilizados no ambiente. A Figura 18 mostra a tela onde o usuário fará o cadastro.

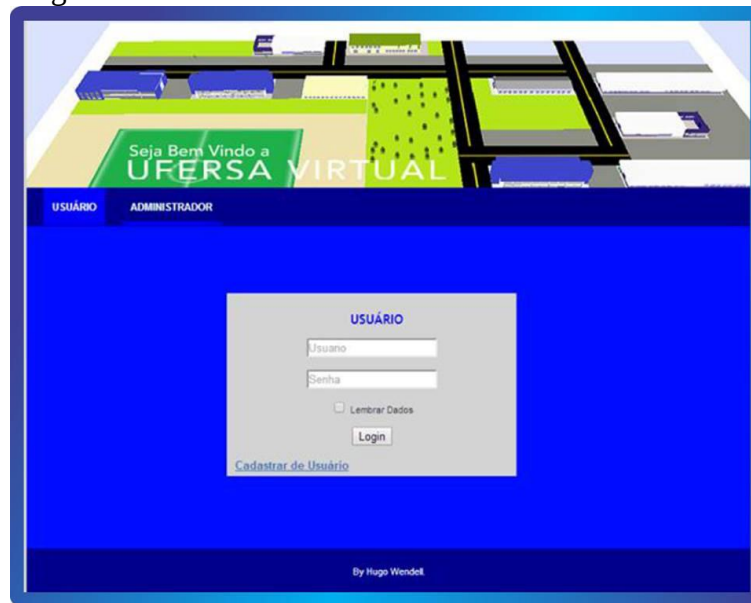
Figura 18 - Tela de Cadastro de usuários



Fonte: Autoria própria

Após a conclusão do cadastro, o usuário será retornado para tela inicial onde o mesmo irá inserir o *login* e a senha cadastrada para ter acesso ao ambiente, como é mostrado na Figura 19.

Figura 19 - Tela de acesso ao ambiente



Fonte: Autoria própria

5.2-NAVEGAÇÃO

Após se autenticar, o usuário é transferido para o ambiente virtual, onde a navegação por todo o campus tornar-se-á possível. A Figura 20 mostra a posição inicial em que o avatar se encontra ao acessar o ambiente.

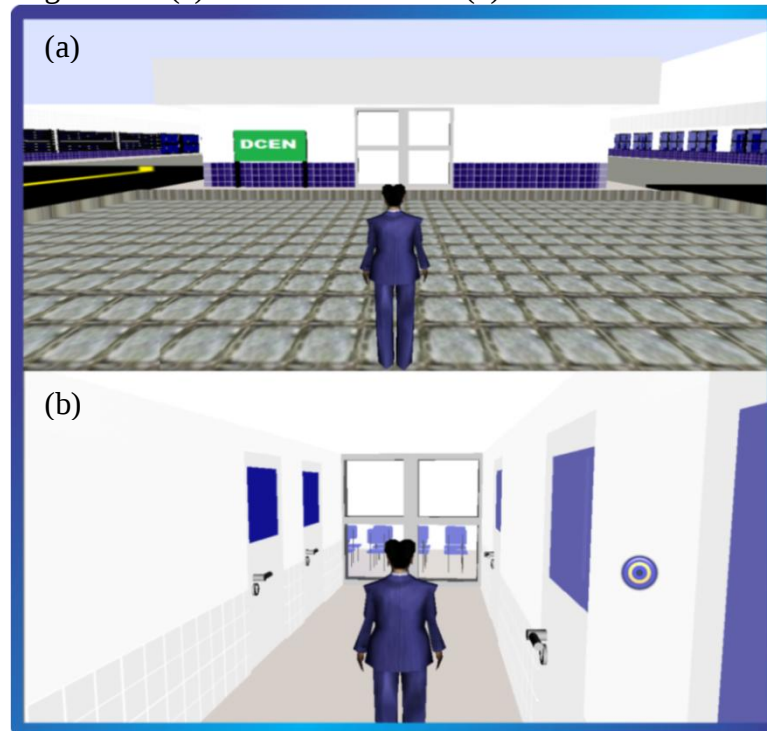
Figura 20 - Posição inicial do avatar.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 21(a) mostra o avatar acessando, através de um clique na porta, o prédio de sala dos professores do DCEN. A Figura 21(b) exhibe o avatar no interior do prédio, andando em direção ao auditório.

Figura 21 - (a) Próximo ao DCEN (b) Parte interna do DCEN

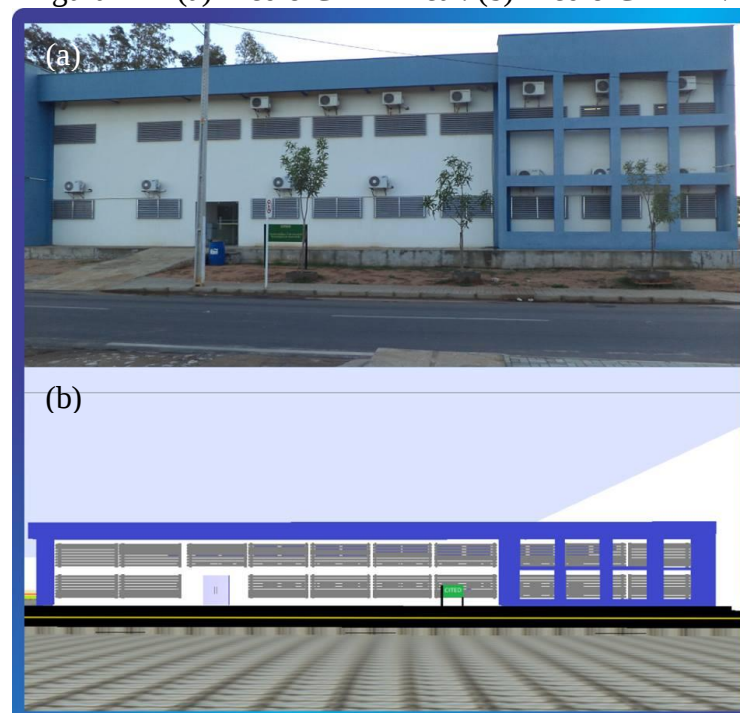


Fonte: Autoria própria

5.3-ESTRUTURAS

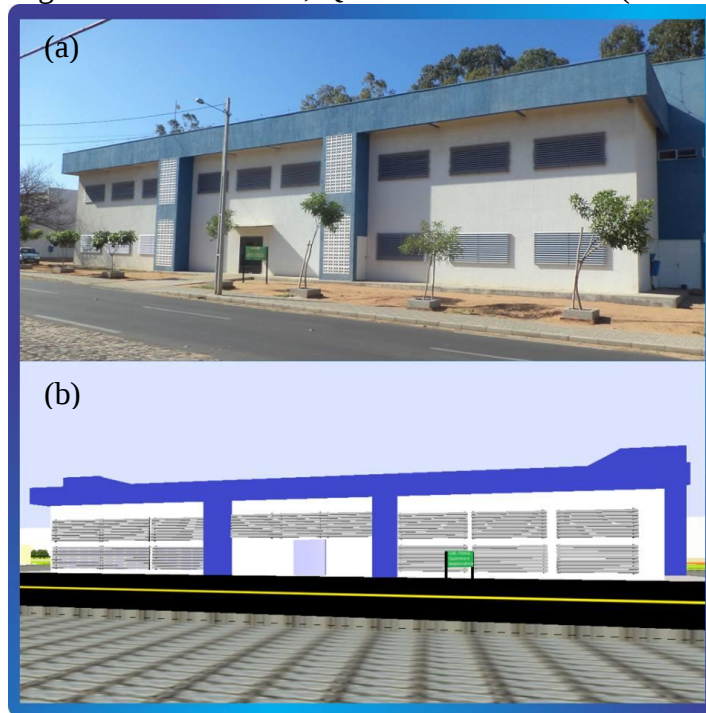
Ao entrar no ambiente, o usuário encontrará os prédios do CITED e do laboratório de Matemática, Física e Química, como é mostrado nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 - (a) Prédio CITED real. (b) Prédio CITED virtual.



Fonte: Autoria própria

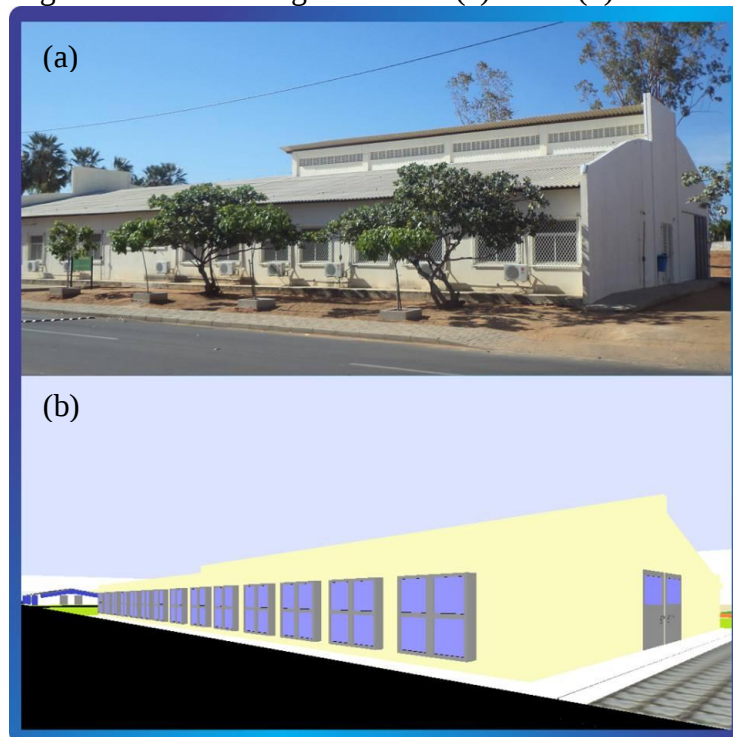
Figura 23 - Lab. Física, Química e Matemática (real e virtual).



Fonte: Autoria própria

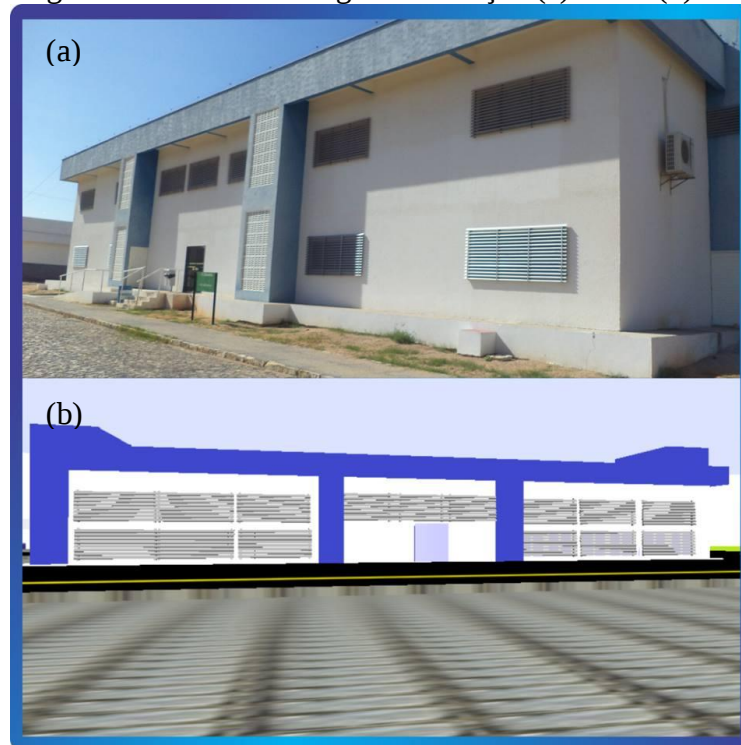
Também foram modelados os prédios de Engenharia Mecânica e Engenharia da Produção. A Figura 24 e 25 mostra as imagens reais e virtuais dos prédios citados acima.

Figura 24 - Prédio Eng. Mecânica (a) real e (b) virtual.



Fonte: Autoria própria

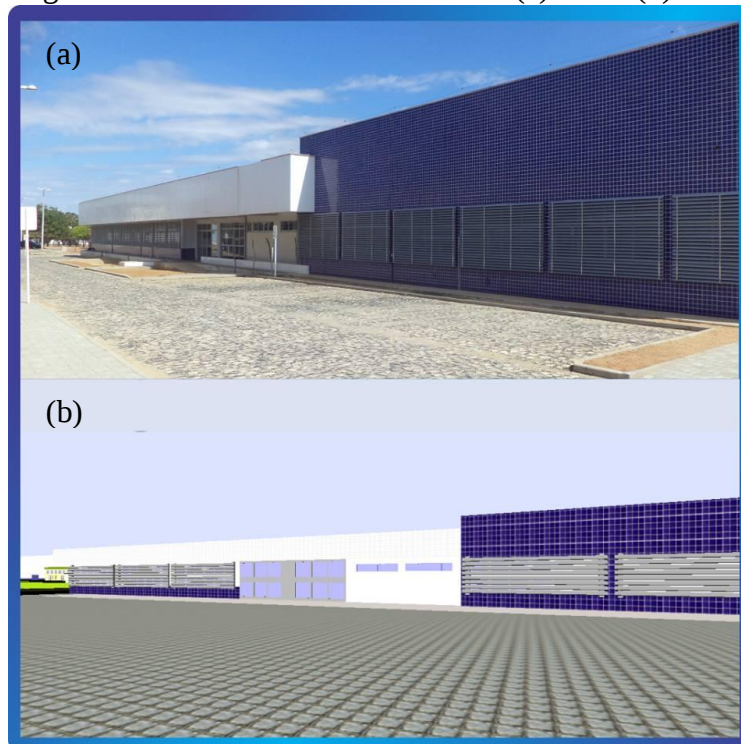
Figura 25 - Prédio de Eng. de Produção (a) real e (b) virtual



Fonte: Autoria própria

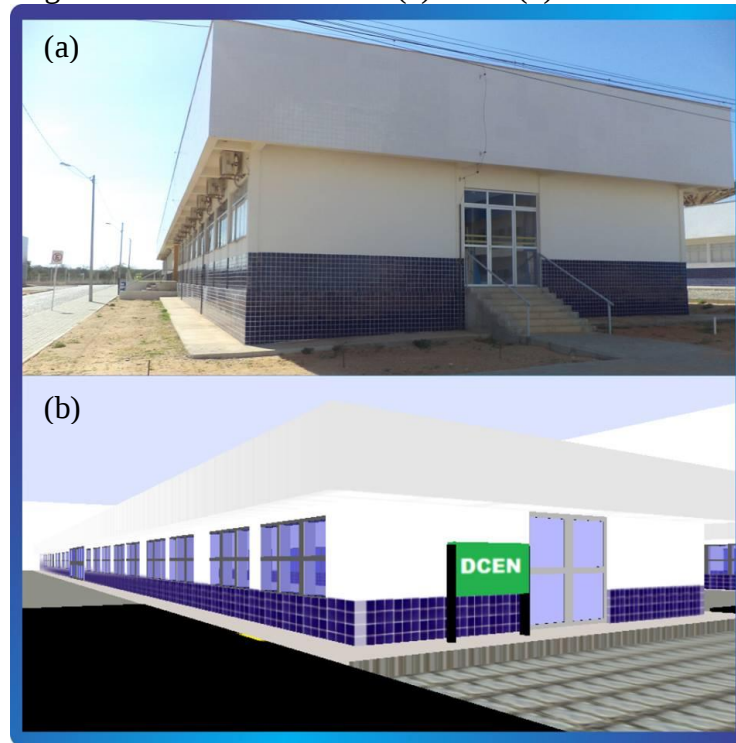
O prédio de aulas de exatas (Central de aulas IV) (Figura 26) e o Departamento de Ciências Exatas e Naturais (Figura 27) também foram adicionados à UFERSA Virtual.

Figura 26 - Prédio Central de aulas IV (a) real e (b) virtual.



Fonte: Autoria própria

Figura 27 - Prédio do DCEN (a) real e (b) virtual.



Fonte: Autoria própria

5.4-SERVIÇO

Além da navegação e das estruturas mostradas anteriormente, a UFERSA Virtual também dispõem de alguns serviços como: exibição de vídeos e automação de lâmpadas do ambiente real. Baseando-se nas informações passadas pelo usuário ao se cadastrar, o ambiente dispõe vídeos em suas salas de aulas, onde o usuário poderá assisti-los de uma forma mais intuitiva, como mostra a Figura 28.

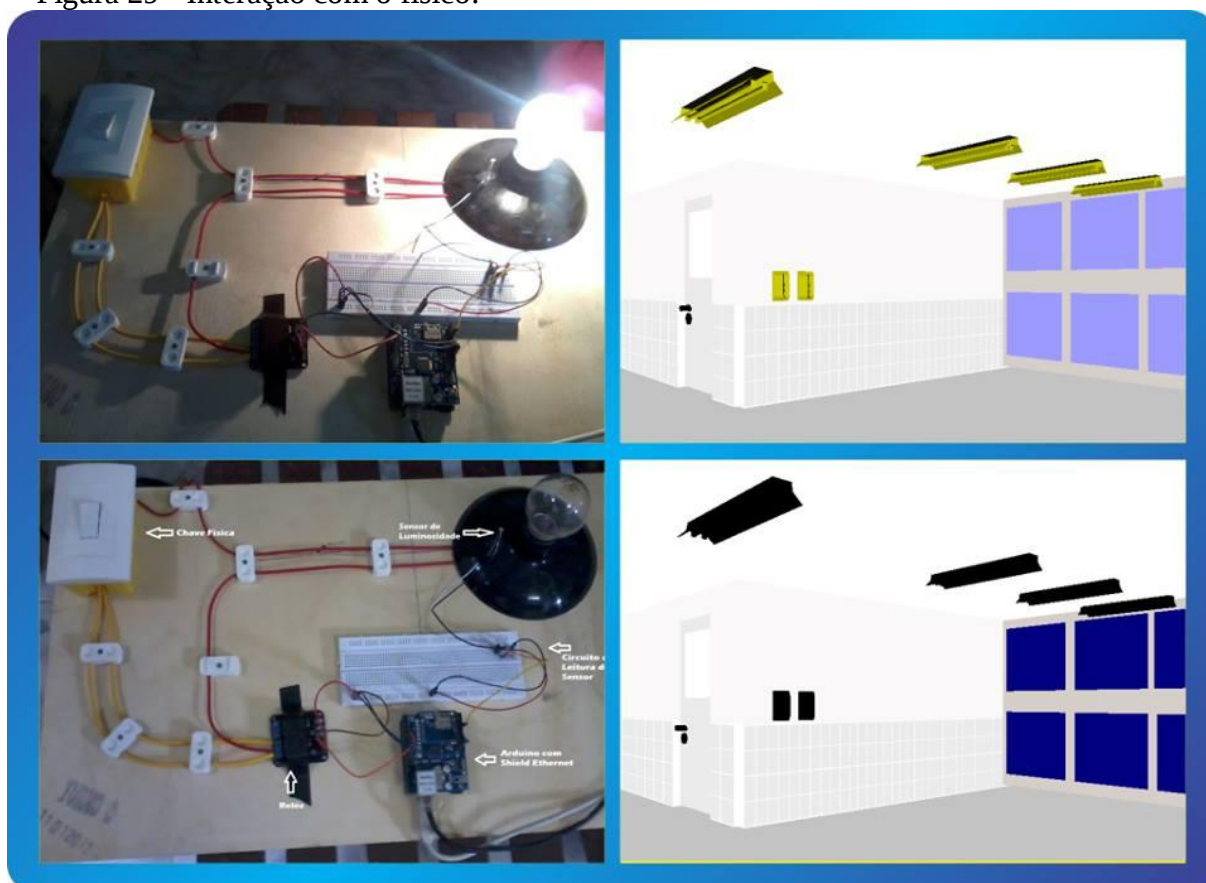
Figura 28 - Exibição de vídeo.



Fonte: Autoria própria

Em um módulo separado, destinado apenas aos administradores do sistema, o ambiente possibilitou a automação das lâmpadas do ambiente real, tornando possível alterar o estado das mesmas através do ambiente virtual. O inverso também é válido, ou seja, o usuário, ao alterar o estado da lâmpada no ambiente real, alterará automaticamente o estado da lâmpada no ambiente virtual, como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Interação com o físico.



Fonte: Autoria própria.

5.5-DADOS GERAIS

A UFERSA Virtual é composta de estruturas, como: Prédios, Estacionamentos, Árvores, entre outros. A Tabela 1 lista as estruturas e as respectivas quantidades que compõem esse ambiente virtual.

Tabela 1 - Estruturas do Ambiente

Estruturas	Quantidade
Prédio	11
Campo Verde	4
Campo de Futebol	1
Estacionamento	8
Árvores	31
Total	55

Fonte: Autoria Própria

No desenvolvimento das estruturas citadas anteriormente são utilizados objetos, texturas e materiais. A Tabela 2 mostra a quantidade de primitivas gráficas que foi necessário para o desenvolvimento de todas as estruturas que compõem a UFERSA Virtual.

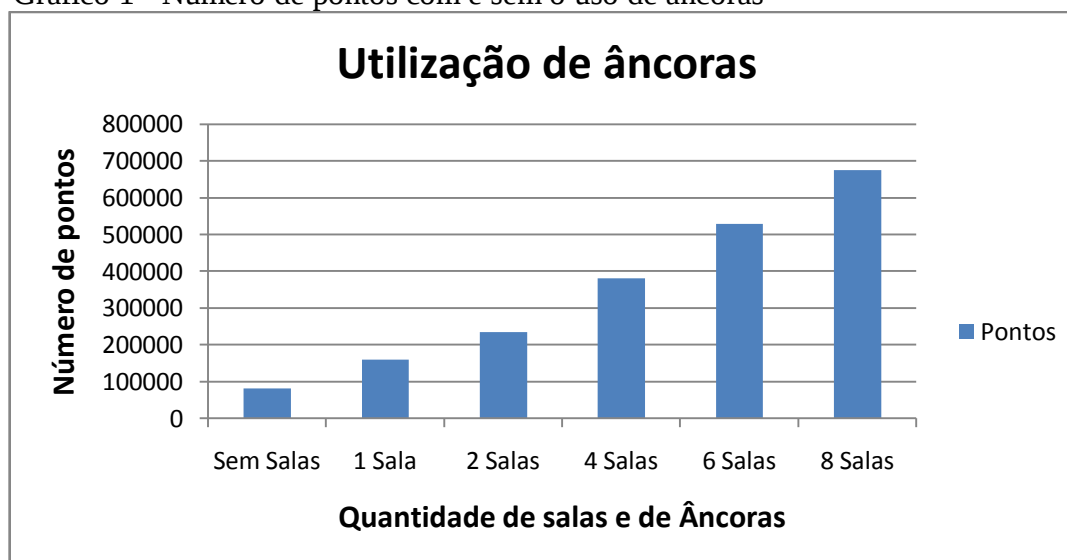
Tabela 2 – Primitivas Gráficas

Primitivas Gráficas	Quantidade
Texturas	32
Materiais	3
Objetos	13.886
Vértices	2.901.470
Polígonos	4.726.907

Fonte: Autoria Própria

Um fator preocupante no desenvolvimento desse ambiente virtual foi em relação ao desempenho, onde para garanti-lo foi necessário utilizar diversas técnicas. Uma das técnicas utilizadas para melhorar o desempenho do ambiente foi a utilização de âncoras. O Gráfico 1 exibe o número de pontos que compõem o prédio Central de Aulas IV de diversas formas, desde o prédio composto utilizando somente âncoras (sem salas), passando pelo prédio composto por âncoras e salas, até o prédio que carrega todas as salas (sem o auxílio de âncoras).

Gráfico 1 - Número de pontos com e sem o uso de âncoras



Fonte: Autoria própria

6-CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposto o desenvolvimento de um ambiente virtual 3D do campus da UFERSA, contendo alguns prédios da universidade. Em conjunto com esse desenvolvimento também foi proposto incorporar, ao ambiente, serviços como: passeios pelo campus, exposição de vídeos com conteúdos baseados nas características dos usuários, exposição das estruturas dos laboratórios, salas de aulas e biblioteca, e integração do controle das lâmpadas do ambiente real com o ambiente virtual, possibilitando ao usuário conhecer, as instalações do campus, estruturas dos laboratórios e da biblioteca, utilizar os serviços oferecidos pela instituição e para a parte administrativa, o ambiente permitiu o acionamento das lâmpadas do ambiente real.

Do que foi proposto inicialmente, grande parte foi desenvolvida. Em relação aos prédios, em virtude do grande número de prédios existentes na universidade, optou-se por restringir a modelagem apenas a alguns, sendo escolhidas algumas estruturas do campus leste, como: Centrais de aulas III e IV, prédios dos laboratórios de Física, Química e Matemática, e o CITED, e os demais localizados próximo aos citados. O serviço de exposição da biblioteca não foi implementado, pois a mesma não foi adicionada ao ambiente. Porém os serviços de passeio pelo campus, exposição das salas de aulas, exibição de vídeos e o de acionamento das lâmpadas do ambiente real estão disponíveis.

Algumas dificuldades foram encontradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, a primeira delas, foi na aplicação das texturas. As estruturas só recebiam texturas após serem completamente modeladas, porém no momento em que foram aplicadas, elas ficaram distorcidas, isso demandou muito tempo para encontrar a solução, pois pelo fato dos objetos estarem perfeitos, achava-se que o problema estivesse no uso das técnicas do X3D, quando na verdade o problema estava no uso de coordenadas erradas na modelagem dos objetos. Assim, além do tempo gasto para encontrar o problema, teve todo o trabalho de refazer a estrutura.

Outra dificuldade encontrada foi na incorporação das cenas X3D a arquivos HTML. Ao serem incorporadas a páginas HTML, as cenas passaram a ser renderizadas em browsers convencionais, isso trouxe um problema, pois para tornar possível essa renderização, foi necessário utilizar o X3DOM, e o mesmo ainda não dá suporte a todos os atributos do X3D, logo, foi preciso fazer alguns ajustes, utilizando javascript, para o funcionamento do ambiente. Como javascript se tratava de uma tecnologia ainda não utilizada no projeto, foi preciso mais tempo para se familiarizar com a mesma.

Como trabalho futuro pretende-se adicionar ao ambiente as demais estruturas que compõem a universidade, agentes inteligentes que recomendem conteúdo de forma dinâmica, tirando a necessidade dos usuários relacionarem suas preferências, e automatizar outros objetos do mundo real utilizando o ambiente virtual.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.; ELIZABETH, B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. In: EDUCAÇÃO E PESQUISA, 2003, São Paulo. São Paulo: USP, 2003.
- ALTIERES, L.R. **Projeto de um ambiente 3D de visualização e reprodução de eventos capturados e interpretados a partir de ambientes físicos cientes de contexto para aplicações de preparação para emergência.** 2006. 96 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2006.
- BEHR, J. E; SCHLER, P. J; UNG, Y. A. Z; OLLNER, M. X3DOM – A DOM-based HTML5/ X3D integration model. 2009.
- BLENDER FOUNDATION. Online: <http://www.blender.org/>. Acessado em: novembro de 2013.
- BRUTZMAN, D.; DALY, L. **X3D: Extensible 3D Graphics for Web Authors.** 1. Ed. Morgan Kaufmann, 2007.
- BURDEA, G.C.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology.** 2. Ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- CAVALCANTE, B. É. S. **Ambiente de simulação gráfica 3D para ensino da arquitetura de computadores.** 2011. 25 f. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2011.
- COSTA, T. K. L. **Uma estrutura para associação de interfaces 2D a ambientes virtuais dispostos na Internet.** 2008. 109 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2008.
- DELEON, V; BERRY, R. JR. Bringing vr to the desktop: are you game?. In: IEEE MULTIMEDIA 7(2):68-72. 2000.
- FILHO, W. De P. P. **Multimídia: Conceito e Aplicações.** 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- JDOM. Online: <http://www.jdom.org/mission/index.html> Acessado em Janeiro de 2014.
- KLERING, L. R.; SCHRÖEDER, C. S. Desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem à luz do enfoque sistêmico. In: TECNOLOGIAS DE ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE, 2011, Curitiba - PR. Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011
- LEGOINHA, P.; PAIS, J.; FERNANDES, J. O moodle e as comunidades virtuais de aprendizagem. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 2006, Évora, Portugal. Évora: Universidade de Évora, 2006.

MACHADO, L. S.; COSTA, T. K. L.; MORAES, R. M. A 3D Intelligent Campus to Support Distance Learning. In: PROC. OF INFORMATION TECHNOLOGY BASED HIGHER EDUCATION AND TRAINING, 2006, Sydney.

MARGOLIS, M. **Arduino Cookbook**, 2. Ed. O'Reilly Media, 2011. 724 p.

OLIVEIRA, A. A. de. **Ambientes virtuais de aprendizagem utilizados na educação a distância no ensino superior do estado do Ceará**. 2010. 70 f. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Faculdade Lourenço Filho, Fortaleza, 2010.

PAN, Z.; CHEN, T.; ZHANG, M.; XU, B. Virtual presentation and customization for products based on internet. In: INTERNATIONAL JOURNAL OF CAD/CAM, Vol.4, No. 1. 2004.

PINHO, M. S.; REBELO, I. B. Interação em ambientes virtuais imersivos. In: Cláudio Kirner; Romero Tori. (Org.). Realidade Virtual - Conceitos e Tendências. São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004, v. 1, p. 109-132

REINICKE, J. F. **Modelando personagens com Blender 3D**. Ed. Novatec. 2008.

RIBEIRO, N. M.; ROCHA, L. Estudo sobre o impacto da utilização de ambientes virtuais na visualização de imóveis. In: REVISTA DA FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2005, Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal. 2005.

SARISAKAL, M. N.; CEYLAN, K. G. A Virtual reality for avcilar campus of instambul university using VRML. 2003.

SOURIN, A. Nanyang technological university virtual campus. In: IEEE COMPUTER GRAPHICS & APPLICATIONS. Vol. 24(6):6-8. 2004.

TORI, R. et al. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. 422 p.

UFRGS. Online: <http://www.campusvirtual.ufrgs.br/Campus-completo/CAMPUS.wrl>
Acessado em: Outubro de 2013.

Web3D a. Online: <http://www.web3d.org> Acessado em Novembro de 2013.

Web3D b. Online: <http://www.lsi.usp.br/~lsoares/x3d/faq.html> Acessado em Novembro de 2013.

X3DOM . Online: <http://www.x3dom.org> Acessado em Novembro de 2013.

YOSCHITAKI, F. S. **Realidade Virtual Aplicada No Desenvolvimento De Jogos Educativos**. 2010. 75 f. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade de Londrina, Londrina - PR, 2010.

ANEXOS

Anexo A – Código para utilização do X3DOM em páginas HTML5.

```
<!doctype html>

<html>

<head>

<meta encoding="utf-8">

<script src="http://www.x3dom.org/download/dev/x3dom.js"></script>

<link rel="stylesheet"
href="http://www.x3dom.org/download/dev/x3dom.css">

</head>

<body>

<x3d><!-- Cena X3D --></x3d>

</body>

</HTML>
```

Anexo B – Conexão entre X3D e HTML5.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">

<head><title>X3D DOM Events</title></head>

<body>
    <h1>X3D DOM Events</h1>
    <x3d xmlns= "http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.0.xsd">
    <Scene>
    <Transform>
    <Shape><Box size="4 4 4" />
    </Shape>
    <TouchSensor id="ts" DEF="ts" />
    </Transform>
    </Scene>
    </x3d>
    <script type="text/javascript">
    var xhtml_ns = "http://www.w3.org/1999/xhtml";
    var x3d_ns = "http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.0.xsd";
    var h1 = document.getElementsByTagNameNS(xhtml_ns, "h1");
    var x3d = document.getElementsByTagNameNS(x3d_ns, "x3d")[0];
    var ts = x3d.getElementsByTagName("TouchSensor")[0];
    alert("ts=" + ts);
    ts.addEventListener("touchTime", function() { alert("clicked");},
    false);
    </script>

</body>

</html>
```