III Congresso Internacional
das Licenciaturas
COINTER - PDVL2016

UMA PERSPECTIVA SOBRE FERRAMENTAS DE MODELAGEM 3D PARA MUNDOS VIRTUAIS SOCIAIS: PRODUZINDO CONTEÚDO PARA UM AMBIENTE DE ENSINO A DISTÂNCIA

Apresentação: Comunicação Oral

Marcelo Anderson Batista dos Santos; Coautores: Matheus Vital Silva; Yanne Pereira de Andrade;

Resumo

Mundos Virtuais Sociais (MMOW) são ambientes simulados em computadores que possibilitam interação em tempo real entre diversos clientes através de avatares que representam os usuários num mundo tridimensional. Dessa forma, esses ambientes propiciam um alto grau de imersão e interatividade que satisfazem condições gerais para uma experiência de socialização, comunicação e aprendizado, tornando os Mundos Virtuais (MV) ambientes flexíveis de acordo com a necessidade e imaginação do usuário. Nesse contexto, MMOW podem ser usados para diversas finalidades que vão além da interação social, como, por exemplo, o Ensino a Distância (EaD) através da utilização de comunicação por voz, texto, vídeo e interação com objetos 3D. No entanto, um dos desafios ao utilizar esse tipo de ambiente é a dificuldade de criação de conteúdo através de ferramentas de modelagem 3D. Ferramentas de criação desenho assistidas por computador demandam conhecimento técnico prévio e habilidade para a criação de conteúdo. Dessa forma, esse artigo tem como objetivo realizar uma análise das ferramentas para modelagem de desenhos 3D compatíveis com dois simuladores de mundos virtuais sociais populares: OpenSim e Second Life. O resultado é um guia que visa facilitar a decisão de qual ferramenta optar para desenvolver objetos 3D que podem ser importados para mundos virtuais, apontando suas características, pontos fortes e deficiências.

Palavras-Chave: Mundo Virtual (MV), Modelagem 3D, MMOW.

Introdução

O avanço na área de processamento computacional e tecnologias de transmissão nos últimos anos permitiram o surgimento de diversos novos serviços com interação em tempo real e grande volume de dados trafegados. Nesse cenário, surgiram jogos tridimensionais mais realísticos e diversas modalidades de simuladores de mundos virtuais. Encontramos, por exemplo, softwares de simuladores de voo, simuladores de corrida, simuladores de construção civil e até de mundos com o objetivo de socialização criando um nicho de softwares conhecidos como Mundos Virtuais Sociais ou Massively Multiplayer Online World (MMOW). Em resumo, Mundos Virtuais (MVs) podem ser definidos como ambientes que simulam espaços físicos complexos através de representações de

ambientes, contendo objetos e interações entre seus avatares (MENNECKE et al., 2008).

Como grande destaque entre as aplicações MMOW, pode-se citar o Second Life (SL) como o mundo virtual social com maior popularidade na mídia e maior número de usuários registrados atualmente. Além de milhões de usuários domésticos, possui também representações de organizações como IBM, Agência de Espacial Norte-Americana (NASA), Nokia, Philips, Cisco System, universidades, Bancos, diversas agências de mídias e governos (ANTONELLO et al., 2008), sendo aplicados grandes investimentos em pesquisa para o aperfeiçoamento da experiência proporcionada ao usuário.

Embora mundos virtuais possam ser utilizados para diversas finalidades como, por exemplo, Ensino a Distância (EaD), produzir conteúdo e objetos interativos em 3D (tridimensionais) exigem grande conhecimento técnico e demandam uma carga alta de trabalho. Existem no mercado diversos softwares de modelagem 3D que são compatíveis com o Second Life e Open Simulator (ambos simuladores do tipo MMOW) como o Blender (BLENDER, 2016), 3D Max (AUTODESK STORE - 3DS Max, 2016), Maya (AUTODESK STORE – Maya, 2016), entre outros. A utilização desses softwares traz uma maior sensação de realidade devido a maior perfeição alcançada no processo de modelagem.

Nesse contexto, o processo de geração de conteúdo para Mundos Virtuais pode ser uma tarefa árdua começando por decidir qual a melhor ferramenta de modelagem 3D de acordo com a necessidade do usuário e grau de compatibilidade entre a ferramenta e o simulador do Mundo Virtual. Dessa forma, dado o conjunto de características que tornam os mundos virtuais extremamente atraentes como alvos de pesquisas acadêmicas, tanto nas áreas técnicas da computação, quanto em áreas mais voltadas à sociedade, como comunicação, psicologia, Educação a Distância (EaD) e ciências sociais, buscamos nesse artigo realizar uma análise das diferentes ferramentas de modelagem 3D disponíveis com o objetivo de facilitar o processo de geração de conteúdo nesse tipo de ambiente.

Fundamentação Teórica

Mundos Virtuais: Uma visão Geral

Como um conceito mais abrangente do que os jogos, os mundos virtuais podem ser usados para vários níveis de educação, como educação formal (ensino fundamental, médio e superior), ensino de línguas, treinamentos de diversas naturezas e reuniões virtuais e ensino de habilidades sociais. Pode ser uma ferramenta que auxilia ao ensino, completando uma metodologia, ou até mesmo a única ferramenta utilizada entre professor e aluno. Dentre as diferentes aplicações no âmbito da educação, destaque-se a educação à distância (EaD) devido ao alto grau de interatividade,

criando dentro do mundo virtual réplicas de universidades e salas de aula com recursos de chat, voz e vídeo em um só ambiente com interatividade em tempo real entre todos os participantes. Tais ambientes criam uma nova realidade onde o usuário pode assumir a característica física que desejar, possibilitando a criação de salas de aula (Figura 2), interação com objetos dinâmicos que modelam, por exemplo, o comportamento de jogos educacionais.

Figura 1. Sala de aula modelada no Second Life¹

Mundos Virtuais (MV) têm sido usados em áreas de entretenimento, educação, economia, pesquisas e muitas outras de acordo com a criatividade dos usuários graças à grande diversidade de recursos oferecidos. Dessa forma, existem diversas categorias de classificação de acordo com o propósito do Mundo Virtual utilizado.

O conceito de Mundos Virtuais já vem sendo utilizado há bastante tempo e subdivisões foram sendo criadas de acordo com suas características. A **Figura 2** exibe as ramificações criadas a partir do conceito de Mundos Virtuais.

Figura 2. Classificação de Mundos Virtuais

Os MV sociais possuem duas ramificações principais: MMOW (*Massively Multiplayer*

1 <https://lindenlab.wordpress.com/2008/11/26/stories-from-second-life-how-languagelab-gave-language-learning-a-new-lease-on-life/>

Online World) e MMOG (*Massively Multiplayer Online Games*). Nos últimos anos a denominação MMOW (*Massively Multiplayer Online World*) surgiu para classificar mundos virtuais que têm como principais características a capacidade de customização e criação do mundo pelo próprio usuário tendo como objetivo a interação social entre pessoas, permitindo que praticamente qualquer atividade social do mundo real seja realizada. Não sendo necessariamente um jogo, diferenciando-se de ambientes MMOG. De forma simplificada podemos definir mundos MMOG (*Massively Multiplayer Online Games*) em três categorias principais: MMORPG, MUD e MMOFPS. Duas características principais são o alicerce dessa classificação:

1. Presença de objetivos bem definidos com etapas e desafios.
2. Grande quantidade de usuários interagindo em conjunto num mesmo ambiente.

Dentre as subcategorias que existem de MMOG podemos destacar:

- MUD (Multi-user dungeon/domain): Antes do surgimento do termo MMORPG surgiram os primeiros jogos computacionais online do tipo RPG (*Role-Playing Game*). É um jogo multi-usuário jogado em tempo real com elementos de ficção, fortemente baseado na interação via chat que descreve as formas dos objetos do jogo, salas e ações realizadas.
- MMORPG (*Massively Multiplayer Online Role-Playing Game*): Pode ser considerado uma evolução dos MUDs. Há recursos gráficos sofisticados e um número maior de usuários simultâneos no jogo. Tem-se uma clara definição de progressão dentro do jogo, customização dos usuários através de uma arquitetura cliente/servidor.
- MMOFPS (*Massively multiplayer online first-person shooter game*): É um jogo em tempo real entre vários usuários onde o usuário controla um avatar com visão do mundo virtual em primeira pessoa. O jogador possui uma arma dentro de um mundo virtual onde acontece alguma espécie de combate entre os vários jogadores conectados.

Modelagem 3D: Conceito e Desafios

Durante muito tempo, a capacidade de comunicação através da expressão gráfica se deu através da representação de objetos bidimensionais (2D). Estes modelos gráficos se originaram a partir da utilização das pranchetas digitais presentes nos softwares CAD (Computer Aided Design, 1960). O avanço tecnológico e desenvolvimento das técnicas computacionais aplicadas na expressão gráfica possibilitaram a obtenção de imagens dinâmicas (a partir de um modelo estático), trazendo a incorporação da dimensão real e temporal para a representação dos modelos gráficos através do movimento relativo do observador. Essa forma de representação foi possível graças ao desenvolvimento dos softwares voltados para a Modelagem Tridimensional (3D).

A noção de realidade criada a partir dos modelos tridimensionais é feita através da utilização de técnicas de texturização (aplicação de materiais de superfície e revestimento nas superfícies das malhas – simulando as características próprias de cada material), de iluminação (aplicação de fontes de luz na cena, permitindo a composição de luz e sombra, e a captação das imagens nas câmeras virtuais), de animação (movimento das câmeras, luzes ou objetos), mescla com cenas reais, além da utilização de técnicas de perspectiva, ponto de fuga e outros.

Apesar dos enormes benefícios que a utilização da modelagem 3D trouxe para o cotidiano, através da realidade virtual inserida pela criação dos Mundos Virtuais (contribuindo para melhorias nas áreas da computação, telecomunicação, psicologia, ensino, ciências sociais, arquitetura e engenharia), precisa-se levar em consideração os desafios que a utilização dessa forma de representação pode acarretar antes que a etapa de simulação do ambiente ou objeto seja concluída. Os desafios provocados pelo processo de construção dos elementos tridimensionais envolvem a escolha da melhor plataforma para a criação, o trabalho árduo exigido pelo nível de detalhamento para criação da forma. Além do domínio da ferramenta de modelagem e do simulador de mundo virtual para que o trabalho seja efetuado de maneira mais precisa e eficiente.

Metodologia

O trabalho realiza uma pesquisa qualitativa das ferramentas que auxiliam no desenvolvimento de desenhos 3D para ambientes virtuais sociais também conhecidos como MMOW. Dessa forma, realizou-se uma revisão sistemática das ferramentas existentes e sua compatibilidade com dois mundos virtuais específicos: OpenSim e Second Life. Primeiramente iniciou-se a fase de planejamento de revisão para identificação dos tópicos necessários a serem estudados. A segunda fase foi composta pela condução da revisão, seleção dos trabalhos a serem analisados e síntese do estudo realizado. Por fim, o resultado final foi elaboração deste trabalho.

MMOW: Funcionamento do Second Life e OpenSim

Second Life (SL)

O Mundo Virtual Second Life (SL) foi desenvolvido pela Linden Lab² em 2003. O objetivo do SL é simular a vida real e social o mais próximo possível de um ser humano. A tradução direta sugere que o SL pode ser uma espécie de segunda vida para seus usuários, onde é possível ter a aparência que se deseja, construir uma rede de contatos, ter relacionamentos amorosos, ter filhos e até realizar transações virtuais através da moeda *Linden Dollar* que pode ser comprada com dinheiro real.

Toda a infraestrutura de servidores é mantida pela Linden Labs. O seu modelo de negócios atual é baseado na venda e aluguel de terras virtuais (SANTOS et al., 2011). O mundo virtual é composto por ilhas de 256m x 256m. Cada ilha é gerenciada por um servidor e um conjunto de ilhas forma todo o mundo virtual. Na **Figura 3** podemos ver um exemplo de avatar inserido no SL.

Figura 3. Exemplo de interação social no SL³

Open Simulator (OpenSim)

O OpenSim é totalmente inspirado no Second Life. Todo o funcionamento do mundo virtual é baseado nas mesmas premissas do SL. Assim como o Second Life, o OpenSim é baseado numa arquitetura do tipo cliente/servidor, onde o servidor mantém todas as informações referente ao mundo virtual e envia as modificações sofridas dentro do mundo virtual para os clientes que transformam os dados em uma realidade tridimensional com interação em tempo real. A grande vantagem do OpenSim é ter o código fonte do lado servidor aberto e gratuito. Ou seja, diferentemente do Second Life, qualquer instituição pode alocar seu próprio servidor de mundos virtuais sem custos de software.

Em relação a sua arquitetura, o OpenSim pode funcionar basicamente de duas formas: Standalone ou Grid. O modo *standalone* é limitado a um número pequeno de usuários, pois um único processo é responsável por toda a simulação do mundo virtual. O modo Grid tem o potencial de ser mais eficiente conforme o número de usuários cresce, pois é possível distribuir regiões (ilhas) em máquinas diferentes. A semelhança com o SL é tamanha que ambos utilizam os mesmos protocolos de comunicação, sendo o cliente do SL compatível com o servidor do OpenSim.

Resultados e Discussão

Durante os últimos anos, muitos programas surgiram para auxiliar os cálculos e representações das ideias e projetos dos diversos profissionais. O leque de softwares relacionados ao desenho auxiliado por computador se desenvolveu significativamente, podemos perceber esse crescimento também no que se refere aos programas de modelagem 3D. Entretanto, através da sua interface e ferramentas, cada programa confere um grau de complexidade e uma lista de recursos específicos que tem como objetivo suprir as necessidades de uso e aplicação para cada usuário. Atualmente o mercado oferece uma série de softwares com licenças gratuitas e pagas, sendo o primeiro tipo destinado ao uso não comercial, com ferramentas um pouco mais limitadas e, normalmente, indicados para o usuário que está sendo introduzido na modelagem. Por outro lado, as versões profissionais, que devem ser compradas pelo usuário, são destinadas ao uso dos profissionais que utilizam a modelagem como produto de seus trabalhos e, por tanto, apresenta uma gama de pluggins e ferramentas mais elaboradas que permitem a produção de um trabalho e maior qualidade.

Dentre os softwares de modelagem e importação dos modelos de mesh (malha) que possuem compatibilidade com os simuladores de mundo virtual e que são mais difundidos entre os profissionais envolvidos com modelagem, destacamos os softwares: 3DS Max, Maya, Blender, SketchUp (TRIMBLE NAVIGATION LIMITED, 2016), etc. Estes softwares possibilitam a importação dos modelos pelo simulador de mundo virtual Second Life. Além desses, qualquer software de modelagem 3D será compatível com o simulador de mundo virtual, desde que possua os modelos de saída no formato COLLADA (.dae), formato utilizado pelo Second Life.

Sendo assim, apresentaremos um breve resumo com as principais características e especificidades dos softwares que são utilizados com maior frequência para criação de objetos importados para o simulador de mundo virtual, e posteriormente, iremos elaborar um quadro-resumo com o comparativo dos programas.

- **SketchUp:** É um software de modelagem, que foi inicialmente desenvolvido pela At Last Software (empresa que foi adquirida pela Google). Atualmente, o programa é comercializado pela Trimble Navigation. O SketchUp é compatível com a plataforma Windows 10, Windows 8 e superior, e Windows 7 e superior; e com a plataforma Mac OS X 10.11, e superior (El Capitan), 10.10 e superior (Yosemite) e 10.9 e superior (Marvericks). Como qualquer software de Modelagem 3D, exige que as máquinas possuam uma boa configuração para que o programa apresente melhor desempenho. No caso da plataforma Windows, os requisitos mínimos do sistema são: Processador com 2 GHz, ou superior; Memória RAM com 8 GB, ou superior; 700 MB de espaço disponível no disco rígido; e Placa de Vídeo classe 3D com 1GB de memória ou superior com OpenGL 2.0 ou superior, e mouse com três botões. Já para a plataforma Mac OS, os requisitos

mínimos do sistema são: Processador Intel TM de 2.1 GHz, ou superior; Memória RAM com 4 GB; 500 MB de espaço disponível no disco rígido; Placa de Vídeo classe 3D com 512 MB de memória ou superior e OpenGL 2.0 ou superior, e mouse com três botões.

O software apresenta duas versões, sendo uma profissional (Pro), que exige a compra do software pelo usuário e a versão gratuita (Make), sem custos, porém com algumas limitações de ferramentas. É um programa que apresenta baixa resistência para iniciantes. Pois possui uma interface interativa, tornando-se um programa de fácil aprendizado e utilização, sendo considerado por muitos a porta de entrada para a modelagem 3D.

Além da criação de elementos volumétricos em 3D, o SketchUp permite para os mais experientes a aplicação de texturas, luz, sombras e a utilização de diversos pluggins que auxiliam nas demais atividades do programa. Além disso, o programa possui um leque de extensões variadas a partir da importação e exportação. O SketchUp é utilizado por profissionais das áreas de arquitetura, design, engenharia, indústria, mecânica etc.

- **3DS Max:** É um software de modelagem desenvolvido e comercializado pela AUTODESK. É compatível apenas com a plataforma Microsoft® Windows® 7 (SP1), Windows 8, Windows 8.1, e Windows 10 Profissional. E, para garantir um bom funcionamento do software exige que a máquina possua as seguintes configurações mínimas: Processador Multi-core Intel® or AMD® 64-bit; Memória RAM de 4 GB (sendo 8 GB recomendado); 6 GB de espaço livre em disco para instalação, e mouse com três botões.

O 3DS Max atualmente é considerado como um dos melhores e mais completos programas para a criação de modelos tridimensionais diversos. Apesar de uma de suas principais aplicabilidades estarem relacionadas a criação de animações 3D como games, desenhos e filmes, esse programa também vem sendo muito utilizado nas áreas de arquitetura e design de produtos.

Entretanto, ao contrário de outros softwares de modelagem (como o SketchUp, por exemplo), não é uma ferramenta de fácil utilização e não possui uma interface interativa, o 3Ds Max é um software que exige do usuário domínio das técnicas e conhecimento relativamente elevado da utilização dos ícones para que o trabalho elaborado consiga ter as características que o uso profissional exige.

Uma das principais vantagens presentes no 3Ds Max é a possibilidade de utilização de plugins, que serão utilizados para as mais diversificadas atividades e funções, possibilitando que a interface do software possua maior flexibilidade e, conseqüentemente, fazendo com que o sistema funcione de maneira suave, garantindo que a máquina execute sua tarefa com maior eficiência.

- **Maya:** É um software de modelagem que atualmente é desenvolvido e comercializado pela AUTODESK. É um software multiplataforma compatível com os sistemas operacionais:

Microsoft® Windows® 7 (SP1) e Windows® 10 Profissional; Apple® Mac OS® X 10.10.5, e 10.11.x; Red Hat® Enterprise Linux® 6.5 & 7.2 WS; e CentOS 6.5 & 7.2 Linux operating system. No geral, para garantir o bom desempenho do software a máquina deve respeitar os seguintes requisitos mínimos: Processador multi-core 64-bit CPU Intel ou AMD ® com conjunto de instruções SSE4.2; Memória RAM de 8 GB (sendo recomendada memória de 16 GB ou mais); Espaço em disco 4 GB de espaço livre em disco para instalação e mouse com três botões.

O Maya 3D é um software voltado para a modelagem 3D, animação e efeitos especiais. Ele oferece uma série de recursos criativos, cujo objetivo é atingir de forma abrangente desde a animação tridimensional (3D) no computador, quanto modelagem, simulação, renderização e composição, tudo isso em uma plataforma extensível de produção. Segundo a AUTODESK, o software Maya carrega em si a tecnologia da próxima geração de exibição, contemplando os fluxos de modelagem em trabalhos acelerados, além do uso de ferramentas para manipulação de dados complexos.

Assim como o 3Ds Max, as ferramentas e a interface oferecida pelo Maya é bastante robusta e, por esse motivo, sua utilização é voltada para o uso profissional. Uma vez que o programa de modelagem também permite a criação de efeitos especiais, vem sendo mundialmente difundido e utilizado para a produção de filmes de desenho animado e também filmes que mesclam cenas reais com objetos e personagens do mundo virtual que ficaram mundialmente famosos, como exemplo podemos citar sucessos como: “A era do Gelo”, “O Senhor dos Anéis”, “Avatar”, “O homem aranha” e outros. Nesse sentido, podemos afirmar que o Maya é uma das principais ferramentas utilizadas pelos profissionais da computação gráfica e pelos principais estúdios e produtoras.

• **Blender:** É um software gratuito e livre de criação e modelagem 3D desenvolvido pela Blender Foundation. Assim como o Maya, é um software multiplataforma compatível com os sistemas operacionais: Windows Vista e superior, Mac OSX 10.6 e superior, e Linux. Assim como todo software voltado para área de modelagem, exige que a máquina possua alguns requisitos mínimos em seu sistema para que seja possível garantir um bom desempenho do programa, são eles: Processador de 32-bit dual core 2Ghz CPU com suporte SSE2; Memória RAM de 2GB (sendo o recomendado igual a 8GB, e o ideal para um excelente desempenho 16GB); Display de 24 bits 1280×768 (sendo recomendado o uso de display Full HD com 24 bit color, e o ideal para um excelente desempenho 2 displays Full HD com 24 bit color); mouse (sendo o ideal com três botões, e para um excelente aproveitamento mouse três botões com mesa gráfica).

Assim como os softwares 3Ds Max e Maya, a interface do Blender também é bastante robusta e completa. Além disso a ferramenta ainda conta com o atrativo de ser integralmente gratuita (tanto no quesito comercial, quanto escolar), tornando-se um atrativo para designs gráficos, ilustradores e

profissionais que trabalham com games e animação. O software abrange desde modelagem 3D, animação, simulação, renderização, composição e rastreamento de movimento, edição de vídeo e criação de jogos. Sendo o próprio desenvolvedor, uma das principais vantagens do Blender é a flexibilidade que o programa tem de permitir aos usuários avançados a alteração no código fonte e consequente personalização do aplicativo, criação de ferramentas especializadas, novos recursos e correção de bugs, além de uma melhor usabilidade. Além disso, o blender é um aplicativo que possibilita um processo de desenvolvimento ágil, beneficiando os usuários e pequenos estúdios devido a possibilidade de uma interface unificada.

Tabela 1: Quadro-resumo: Principais Ferramentas de Modelagem. Fonte: Própria.

QUADRO-RESUMO: PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE MODELAGEM					
Software	Última Versão	Plataformas compatíveis	Vantagens	Desvantagens	Preço
SketchUp	2016	Windows e Mac OS	Interface interativa; Fácil aprendizado e utilização; Arquivos de várias extensões (importar e exportar); Uso profissional; Versão Gratuita.	Versão Make (gratuita) limitada. Versão Pro (paga) é completa. Necessita de plugins complementares.	Versão Make: Gratuita. Versão Pro: US\$ 695,00.
3Ds Max	2017	Windows	Robustez e popularidade; Interface completa; Uso profissional; Criação de imagens fotorrealistas - renderização; Implantação de plug-ins; Flexibilidade e leveza durante a utilização.	A versão gratuita é apenas de avaliação ou educacional; Única plataforma (Windows); Interface complexa; Exige elevado domínio do software;	Versão Educacional: Gratuita por 3 anos. Versão de avaliação: Gratuita por 1 mês. Versão para compra: R\$ 477,15 (1 mês); R\$ 3.795,52 (1 ano).
Maya	2017	Windows, Mac OS e Linux	Robustez; Interface Completa; Uso profissional; Criação de animações e efeitos especiais; Permite a personalização; Permite renderização; Manipulação de dados complexos;	A versão gratuita é apenas de avaliação ou educacional; Única plataforma (Windows); Interface complexa; Exige elevado domínio do software;	Versão Educacional: Gratuita por 3 anos. Versão de avaliação: Gratuita por 1 mês. Versão para compra: R\$ 477,15 (1 mês); R\$ 3.795,52 (1 ano).
Blender	2.78	Windows, Mac OS e Linux	Robustez; Interface Completa e flexível; Permite renderização; Manipulação de dados; Simulador de fluídos incluído e plenamente compatível; Game engine; Editor de vídeos integrado; Personalização do aplicativo através de modificação no código fonte.	Software novo; Pouco utilizado no mercado; Domínio do software.	Versão Totalmente Gratuita.

Conclusões

Mundos Virtuais Sociais vêm conquistando espaço entre os simuladores de Mundos Virtuais por oferecer um grau elevado de interatividade, criando um ambiente propício, por exemplo, para o Ensino a Distância (EaD).

Entre os simuladores MMOW que se destacam no mercado podemos citar: (1) Second Life e (2) Open Simulator. Nesse cenário, um dos desafios de utilização reside na criação de objetos 3D por exigirem a utilização de ferramentas externas ao simulador do mundo virtual, o que requer um conhecimento técnico prévio. Dessa forma, este artigo realiza uma análise das ferramentas compatíveis com os simuladores de mundos virtuais citados, descrevendo suas características, pontos positivos e deficiências. Como o processo de renderização não é realizado nas ferramentas de desenho auxiliada por computador, importa-se apenas o modelo estrutural do objeto para o simulador de mundo virtual, sendo as ferramentas citadas anteriormente adequadas para praticamente todas as necessidades. Vale destacar ainda que, a ferramenta SketchUp destaca-se por ser gratuita e possuir uma interface mais amigável.

Como trabalhos futuros pretende-se ainda analisar o tempo de criação de objetos 3D de acordo com o software que auxilia no desenvolvimento de seu modelo, coletando métricas de satisfação, disponibilidade de recursos e agilidade para o desenvolvimento dos objetos 3D.

Referências

Antonello, R. T. Análise e Modelagem de Tráfego do Mundo Virtual Second Life. Dissertação de Mestrado. Centro de Informática (CIn). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Março de 2008.

AUTODESK. **3DS MAX**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

AUTODESK. **AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK**. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-3ds-Max-2017.html>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

AUTODESK STORE. **Maya**. Disponível em: <http://store.autodesk.com.br/store/adskbr/pt_BR/pd/ThemeID.30993600/productID.332330900>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

AUTODESK STORE. **3ds Max**. Disponível em: <http://store.autodesk.com.br/store/adskbr/pt_BR/pd/ThemeID.30993600/productID.335051200>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

A.D., J. Renato. **Maya - Programa para Produções e Animações em 3D**. Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/maya.html>>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

BLENDER. **About**. Disponível em: <<https://www.blender.org/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

A. D., J. Renato. **Termos e Conceitos - Computação Gráfica 3D e Maquete**. Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/computacao-grafica/termos-e-conceitos.html>>. Acesso em 01 de outubro

de 2016.

BLENDER. **Requirements**. Disponível em: < <https://www.blender.org/download/requirements/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

COHN, David. **Evolution of Computer-Aided Design**. Disponível em: <<http://www.digitaleng.news/de/evolution-of-computer-aided-design/>>. Acesso em 01 de outubro de 2016.

Mennecke, B., McNeill, D., Ganis, M., Roche, E., Townsend, A., Lester, J. **Second Life and Other Virtual Worlds: A Roadmap for Research**, Coommunications of the Association for Information Systems, 2008.

Kamienski, Carlos Alberto, S. F. L. Fernandes, e C. K. R. Silva. **Mundos virtuais: histórico, avaliação e perspectivas**. Capítulo de livro como Minicurso no Webmedia. 2008.

Morgado, L. **Características e desafios tecnológicos dos mundos virtuais no ensino**. (2012).

3D Vicio, **MODELAGEM 3D É DIFÍCIL?**. Disponível em: <<https://3dvicio.wordpress.com/2015/03/11/modelagem-3d-e-dificil/>>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

MLB, **Vantagens e utilidade do Blender**. Disponível em: <http://nafergo.github.io/manual-livre-blender/utilidade_vantagens.html>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

JRRIO, 3ds Max | Programa p/ Animação e Modelagem 3d. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jogo_multijogador_massivo_online>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

MARTINS, Vinicius. **O que é modelagem 3D?**. Disponível em: <<http://www.desenhodg.com/2012/08/modelagem-3d.html>>. Acesso em 01 de outubro de 2016.

Trimble Navigation Limited. **SketchUp - A maneira mais fácil de desenhar em 3D**. Disponível em: < <http://www.sketchup.com/pt-BR>>. Acesso em 01 de outubro de 2016.

Trimble Navigation Limited. **SketchUp Hardware and Software Requirements**. Disponível em: <<https://help.sketchup.com/en/article/36208>>. Acesso em 02 de outubro de 2016.

MARTINS, Vinicius. **O que é e para que serve o Maya?** Disponível em: <<http://www.desenhodg.com/2012/09/maya.html>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

SANTOS, M. A. B. (2011). **SIMP2P: Uma estratégia P2P de distribuição de texturas em Mundos**