

## GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO PATRIMONIAL: UM CASO APLICADO À PLATAFORMA OPENSIMULATOR

*Fabiana Mendes de Mendonça<sup>1</sup>  
Marina Perfetto Sanes<sup>2</sup>  
Adriane Borda A. da Silva<sup>3</sup>  
Janice de Freitas Pires<sup>4</sup>  
Carlos A. P. Campani<sup>5</sup>*

**Resumo:** Pelotas tem um conjunto arquitetônico reconhecido como patrimônio histórico e cultural nacional, possibilitando que projetos de preservação recebam apoio federal, auxiliando na conservação da história e da memória da cidade. Estes projetos são potencializados quando aliados a ações de educação patrimonial, suscitando uma maior identificação com o patrimônio, provocando o envolvimento da população em sua manutenção. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo digital, para servir de instrumento à educação patrimonial. O estudo se apoia nos conceitos de educação patrimonial, gamificação e mundos virtuais, além, da análise de projetos afins. A metodologia é composta de revisão bibliográfica e tecnológica, particularização de um elemento da arquitetura pelotense, levantamento de dados, adequação dos modelos digitais pré-existentes, concepção, programação e construção do jogo. Os principais resultados, neste momento, foram o registro e justificativa do conceito do jogo e da delimitação de diretrizes para viabilizar o uso de elementos com geometrias complexas junto à plataforma OpenSimulator.

**Palavras-chave:** educação patrimonial; gamificação; mundos virtuais; modelagem tridimensional, plataforma OpenSimulator.

**Abstract:** Pelotas architectural ensemble is recognized as a national cultural and historical heritage, which makes it possible for projects that aim to preserve this ensemble to receive federal support, with the purpose of assisting in the conservation the city's history and memory. These projects are enhanced when allied to heritage education actions, which give rise to a greater identification with the heritage, causing the involvement of the population in its maintenance. This work proposes the development of a digital game, to serve as an instrument for heritage education. The study is

---

<sup>1</sup> UFPEL \_ fabi.mendonca3@gmail.com

<sup>2</sup> UFPEL \_ marinaperfettosanes@gmail.com

<sup>3</sup> UFPEL \_ adribord@hotmail.com

<sup>4</sup> UFPEL \_ janicefaurb@hotmail.com

<sup>5</sup> UFPEL \_ carlos.a.p.campani@gmail.com

based on the concepts of heritage education, gamification and virtual worlds, in addition to the analysis of related projects. The methodology consists of a bibliographic and technological review, specialization of an element of Pelotas architecture, data collection, adaptation of pre-existing digital models, design, programming and construction of the game. The main results, at this moment, were the registration and justification of the concept of the game and the delimitation of guidelines to enable the use of elements with complex geometries in the OpenSimulator platform.

**Keywords:** heritage education; gamification; virtual worlds; three-dimensional modeling; OpenSimulator platform.

## 1 Introdução – Patrimônio, Educação Patrimonial e Representação Gráfica

De acordo com a Secretaria Especial de Cultura, patrimônio cultural “remete à riqueza simbólica e tecnológica desenvolvida pelas sociedades. Ele diz respeito aos conjuntos de conhecimentos e realizações de uma comunidade, acumulados ao longo de sua história, que lhe conferem os traços de sua identidade. A partir do patrimônio, nos tornamos únicos” (SECRETARIA ESPECIAL DE CULTURA, 2019). Logo, é de grande relevância estimular nos cidadãos a identificação com esta herança, de modo que estes se apropriem dela e valorizem estes bens preservando sua história.

A educação patrimonial é o instrumento de “alfabetização cultural” que possibilita que os indivíduos compreendam o universo sociocultural e a trajetória histórico temporal em que estão inseridos. Ela visa um processo ativo de conhecimento crítico, apropriação consciente e valorização do patrimônio, capacitando os cidadãos a um melhor usufruto, fortalecendo os sentimentos de identidade e cidadania, e, conseqüentemente, estimulando uma preservação sustentável do patrimônio (HORTA, GRUNBERG e MONTEIRO, 1999).

A cidade de Pelotas possui um importante patrimônio arquitetônico, sendo um dos maiores acervos de estilo eclético do Brasil. Este conjunto arquitetônico com forte influência europeia remete a uma época de glória e opulência que se deu em detrimento, principalmente, da cultura do charque na cidade. Neste período Pelotas prosperou, tornando-se uma importante referência econômica, mantendo-se durante muito tempo como uma das cidades mais ricas e adiantadas da região. Pelotas teve seus doces e seu conjunto arquitetônico reconhecidos como patrimônios imaterial e material brasileiros, pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, em 15 de maio de 2018. Este enaltecimento da arquitetura pelotense enquanto bem nacional, possibilitou que uma série de projetos de preservação recebesse o apoio

federal, auxiliando a prefeitura na conservação da história e da memória da cidade (RABASSA, 2018).

Um projeto que tem incentivado a adoção do patrimônio arquitetônico pelotense e, assim, propiciado a produção de conhecimentos sobre o assunto, é o Projeto MODELA Pelotas, que vem sendo desenvolvido pelo GEGRADI – Grupo de Estudos de Ensino-Aprendizagem em Gráfica Digital da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Os estudos do grupo são norteados pelo propósito de representação de elementos arquitetônicos significativos do patrimônio com interesse científico e didático. Neste processo, constitui-se um significativo acervo digital incrementado gradativamente com os trabalhos dos estudantes e pesquisadores. Além disso, há um constante processo de revisão, atualização e ampliação dos teores abordados. Assim, este acervo destina-se a difusão de tal patrimônio, sejam em ações turísticas, culturais ou educativas. Neste âmbito, a gráfica digital é objeto de investigação e ao mesmo tempo uma ferramenta potencializadora para a representação do patrimônio arquitetônico (FÉLIX, BORDA, HEIDRICH, ABAD, LUCAS, 2005).

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo digital, para servir de instrumento à educação patrimonial.

## **2 Revisão Bibliográfica – Gamificação e Mundos Virtuais**

Jogos em geral são considerados como atividades livres com propósito de entretenimento, sem caráter sério, mas capazes de provocar a imersão do jogador. É uma atividade lúdica que permite transcender a vida real, sem deixar de estar delimitada pelo tempo e espaço, em um ambiente imaginário. A gamificação parte do princípio de associar elementos de jogos a situações que previamente não seriam jogos, como por exemplo, utilizar elementos de entretenimento para fins educacionais (CAILLOIS, 1990).

Os jogos educativos, utilizados há muito tempo como materiais pedagógicos, constituem uma eficiente prática de aquisição de saberes. A união das funções lúdica e educativa, proporcionadas pelo jogo, estimula e facilita a aprendizagem através da interação. Atualmente, o uso constante da informática apresenta-se como um agente facilitador na criação de jogos educativos digitais. Busca-se com este trabalho criar um jogo digital que facilite a apreensão dos conhecimentos acerca da arquitetura pelotense estimulando a educação patrimonial da comunidade.

Em fóruns específicos de representação gráfica, tais como os eventos GRAPHICA e o SIGRADI, encontram-se trabalhos que tratam de patrimônio arquitetônico

associado à educação patrimonial e jogos. Dentre estes trabalhos, destacou-se um conjunto de projetos de cultura e extensão, intitulado “Patrimônio Arquitetônico, Design e Educação: Desenvolvimento de Sistemas Interativos Lúdicos”, desenvolvido pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa em Estudos de Linguagem em Arquitetura e Cidade, vinculado ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Carlos – SP (CRIVELI, VIZIOLI, 2016). Estes projetos, serviram de apoio a este trabalho por indicarem caminhos para associar o caráter lúdico e a representação gráfica na produção de recursos para a educação patrimonial. Entretanto, diferem pelo contexto e pelas ferramentas utilizadas. No caso dos projetos do IAU-USP, as atividades referem-se ao patrimônio de São Carlos/SP e os jogos foram desenvolvidos em plataformas de jogos não imersivas. Neste trabalho, serão utilizados conteúdos referentes ao patrimônio da cidade de Pelotas/RS e o jogo será desenvolvido em uma plataforma de ambiente virtual imersivo.

Ghisolfi e Vizioli (2013) consideram que a atividade lúdica proporciona a transmissão e assimilação do conhecimento de uma forma divertida, facilitando o aprendizado, o que reforça o potencial dos jogos digitais como ferramenta de auxílio à educação patrimonial. Segundo Caillois (1990) as atividades lúdicas são os meios privilegiados onde a cultura de um povo e de uma sociedade pode manifestar-se. Além disso, o autor também ressalta a dimensão socializante dos jogos, visto que as atividades lúdicas têm potencial de interação e coletividade, o que é desejável no caso de jogos direcionados à educação patrimonial que visam estimular a construção de uma consciência histórica e cultural na comunidade.

No âmbito das tecnologias como recurso facilitador da aprendizagem, outro projeto da UFPEL destaca-se por seu potencial educacional, o projeto V-GRAD, que trata da criação de um ambiente virtual 3D acadêmico para aplicações educacionais, explorando as potencialidades dos mundos virtuais e o estudo dos processos sobre a dinâmica de trabalho e aprendizado colaborativos (PROJETO V-GRAD, 2019).

Bell (2008) define Mundo Virtual por meio da combinação dos atributos necessários para caracterizar estes ambientes. Dessa forma, Mundo Virtual é o local criado dentro de computadores, projetado para acomodar um grande número de pessoas representadas por avatares (qualquer representação digital com capacidade de executar ações, controladas pelo agente humano, em tempo real), de forma síncrona (tempo em comum que permite interações entre os participantes e com o meio ambiente) e persistente (o mundo virtual não pode ser pausado, continua existindo mesmo na ausência dos participantes), fornece senso geográfico, e, é

facilitado por computadores em rede (permite o gerenciamento de dados de todos os objetos, ambientes, interações e transações).

Devido a todos estes atributos, o mundo virtual é um simulador do mundo real, promovendo uma sensação de imersão e envolvimento com o ambiente, podendo ser uma experiência semelhante à interação em sala de aula. O usuário experimenta um sentimento de presença, sendo representado por seu avatar, existindo e interagindo através dele com o mundo gerado.

Alguns mundos virtuais nos permitem, ainda, modelar objetos tridimensionais em seu ambiente e, até mesmo, atribuir comportamentos a estes objetos para que respondam instantaneamente aos estímulos dos usuários, como um toque ou aproximação. Assim, podemos realizar diversas ações nos mundos virtuais, como abrir uma porta ou dirigir um carro. Esses atributos são comuns aos mundos virtuais modernos, caracterizando-os como ambientes virtuais altamente interativos (FREIRE, ROLIM, BESSA, 2010).

Os primeiros mundos virtuais surgiram com o objetivo de oferecer entretenimento, mas ao longo dos anos vêm sendo utilizados também para socialização, simulações, educação e negócios. Atualmente existem diversos mundos virtuais proprietários, como o Second Life, além de projetos de código aberto para criação de mundos virtuais personalizados, como o Projeto OpenSimulator.

O OpenSimulator foi o suporte escolhido para o projeto V-GRAD. Também chamado de OpenSim, surgiu como uma alternativa *open source* (termo em inglês que significa código aberto e quer dizer que o código é projetado para ser acessado abertamente pelo público) à tecnologia utilizada do Second Life. Por ser *open source*, permite uma flexibilidade maior aos seus pesquisadores e desenvolvedores, possibilitando que sejam integradas mais funcionalidades ou recursos a seu código. Dispondo destas funcionalidades e recursos, o V-GRID, ambiente virtual criado e mantido pelo V-GRAD, é o suporte escolhido para o desenvolvimento do jogo educacional que se pretende criar.

### 3 Metodologia

Para atingir os objetivos propostos foram delimitadas as seguintes etapas de trabalho:

1. Revisão bibliográfica dos conceitos básicos sobre jogos, mundos virtuais e de outros projetos afins, no Brasil e no exterior, com o propósito de reconhecer os aspectos conceituais e tecnológicos envolvidos em tal tipo de estudo.

2. A particularização de um objeto arquitetônico que tenha sido alvo de estudos do projeto MODELA Pelotas, com potencial para se tornar peça central do jogo;
3. O levantamento dos dados e representações digitais previamente desenvolvidas deste objeto, visando verificar a possibilidade de estas serem reutilizadas no jogo (interoperabilidade);
4. A concepção da dinâmica do jogo, com base no potencial cultural patrimonial do objeto arquitetônico selecionado e nas possibilidades de interação da plataforma OpenSimulator;
5. Um estudo sobre a linguagem do OpenSimulator para desenvolver a programação do jogo;
6. A adequação dos modelos 3D existentes, oriundas do acervo do Projeto MODELA Pelotas para utilização no jogo;
7. A construção do jogo interativo no ambiente virtual imersivo do V-GRID.

## **4 Resultados e Discussão**

Embora o jogo digital proposto ainda não esteja concluído e disponível junto à plataforma OpenSimulator, instalada junto ao servidor da UFPel, os resultados obtidos junto às etapas até então executadas permitiram constituir algumas diretrizes que já podem auxiliar projetos que tenham propósitos similares.

### **4.1 Revisão bibliográfica**

Conforme brevemente comentado junto à introdução, com a revisão bibliográfica buscou-se compreender os conceitos de gamificação e mundos virtuais, entre outros elementos referentes a este universo. Foram identificadas e utilizadas como referência pesquisas brasileiras que também objetivam atribuir ludicidade ao reconhecimento de patrimônio arquitetônico e, ao mesmo tempo, foram associadas à pesquisa de mundos virtuais imersivos para fins educativos, caracterizando-se o problema de investigação tratado neste estudo.

### **4.2 Particularização de um objeto – Caixa D'água de Pelotas**

São vários os objetos arquitetônicos de relevante valor histórico da cidade de Pelotas que poderiam ser alvo deste projeto. Entretanto, o objeto escolhido foi a Caixa D'água de ferro fundido que fica localizada na Praça Piratinino de Almeida (Figura 1). Este monumento, recentemente restaurado, foi e segue sendo alvo de exercícios de

representação no âmbito do Projeto MODELA Pelotas, dispondo também de estudos sobre a sua biografia (XAVIER, 2010). Além disso, o fato de ser um elemento totalmente erguido a partir de um sistema de montagem de peças metálicas, inspira a criação de uma dinâmica de jogo de montar.



**Figura 1** – Caixa D'água de Pelotas. Fonte:  
<http://orvalhoegeada.blogspot.com/2012/02/pelotas-minha-cidade.html>

A Caixa D'água em questão foi adquirida pela Companhia Hidráulica Pelotense no ano de 1875. O reservatório foi encomendado por catálogo, da empresa Hanna Donalds & Wilson, Makers, Abbey Works, localizada na cidade de Paisley, Escócia. A montagem da Caixa D'água em Pelotas trouxe os ideais e as dinâmicas da modernidade e do progresso. A chegada das peças, em navios a vapor, foi acompanhada de engenheiros estrangeiros, os quais comandaram as obras e até mesmo a instalação de trilhos de ferro para a condução das referidas peças desde o porto de Pelotas até a praça Piratinino de Almeida. Nesta Praça o monumento foi montado e sua engenhosidade deu o testemunho de que o progresso havia chegado na cidade. O reconhecimento do valor histórico e artístico deste objeto arquitetônico fez com que a Caixa D'água fosse tombada pelo IPHAN em 19 de julho de 1984. O reservatório está registrado no livro de Belas Artes, sob a inscrição nº 561, processo 1064-T-82 (XAVIER, 2010).

Este reservatório, que esteve em funcionamento até o ano de 2009, precisou ser restaurado. Frente a isto, foi necessário estudar seu sistema de montagem, para que fosse possível desmontar e remontar após a restauração das peças. A reinauguração

do monumento foi realizada em dezembro de 2011 (PORTELLA, 2011). A possibilidade de acessar toda a lógica de montagem por meio dos registros e de entrevistas com os profissionais envolvidos no processo de restauro, motivou a ideia do jogo educativo com este patrimônio em particular.

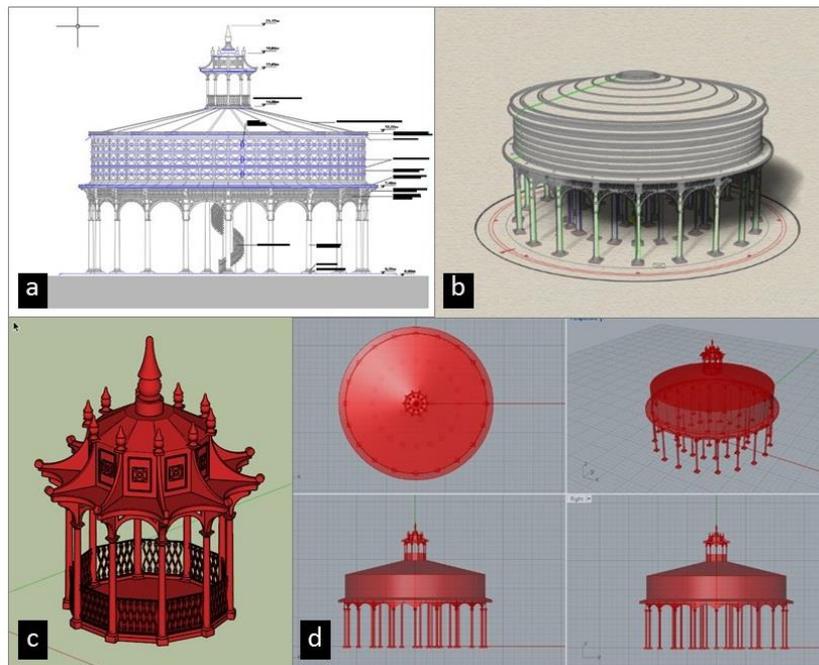
### 4.3 As peças do jogo

O levantamento de dados sobre cada um dos elementos da Caixa D'água foi facilitado então pelas pesquisas de professores e estudantes do grupo GEGRADI, tendo-se acesso aos diversos tipos de representações digitais e físicas já realizados anteriormente. Entretanto, o foco foi nas modelagens tridimensionais, visto que o intuito foi de utilizar estes modelos como peças do jogo a ser desenvolvido no mundo virtual.

As modelagens realizadas por tais estudos referem-se a diversas finalidades, desde estudos centrados na geometria aos estudos que buscaram explorar o uso de tecnologias de fabricação digital para gerar modelos físicos, seja por corte a laser, em papel, madeira ou acrílico, ou por impressão 3D em plástico. Contou-se também com a disponibilidade da documentação técnica, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Pelotas.

As representações digitais tridimensionais também apresentavam diversos graus de detalhamento e a partir de diferentes ferramentas, contemplando os tipos ilustrados na Figura 2. A imagem (a) desta figura traz a informação técnica, produzida em software Autocad, a imagem (b) refere-se a um modelo tridimensional produzido no software 3D Max, a imagem (c) a um modelo tridimensional gerado no software Sketchup e a imagem (d) a outro modelo tridimensional representado no *software* Rhinoceros junto ao *plug-in* Grasshopper. Cada uma destas representações tridimensionais foi testada para ser reaproveitada, a partir da análise para estabelecer um processo de individualização de cada parte, que corresponda à lógica dos elementos físicos.

Deve-se ter em conta que nenhum dos processos de modelagem anteriores teve este propósito de particularizar cada um dos elementos. O processo que mais tangenciou este objetivo de ter cada elemento, em sua lógica de montar e em sua tridimensionalidade foi aquele dirigido à impressão 3D. Sendo que a lógica esteve completamente dirigida ao processo de impressão propriamente dito (exigências tecnológicas para obter o modelo em bloco) do que ao propósito de reproduzir a lógica de montagem do monumento.



**Figura 2** – Modelos do acervo do GEGRADI. A imagem (a) apresenta modelo 2D produzida no AutoCAD, imagem (b) modelo tridimensional produzido em 3DMax, imagem (c) modelo tridimensional produzido em Sketchup e imagem (d) modelo tridimensional produzido no Rhinoceros com o plug-in Grasshopper. Fonte: GEGRADI/FAURB/UFPEL, 2016.

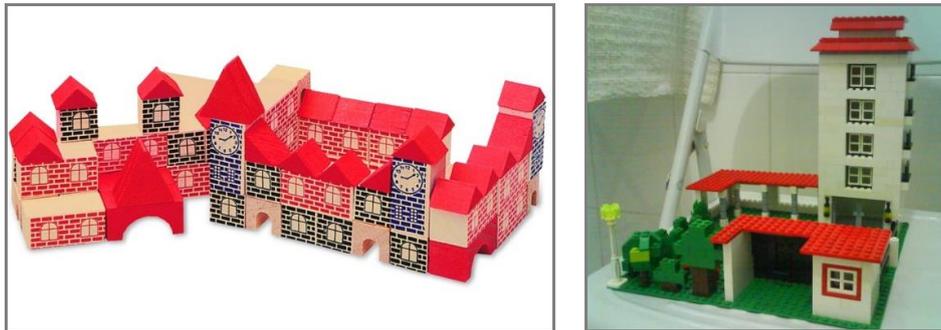
Além da análise de possibilidade de desmembramento, o estudo exigiu observar a questão da compatibilidade entre as tecnologias de modelagem envolvidas. Desta maneira, os modelos foram utilizados em diversos experimentos para verificar as possibilidades de adequação à plataforma virtual do jogo.

#### 4.4 Conceito do jogo

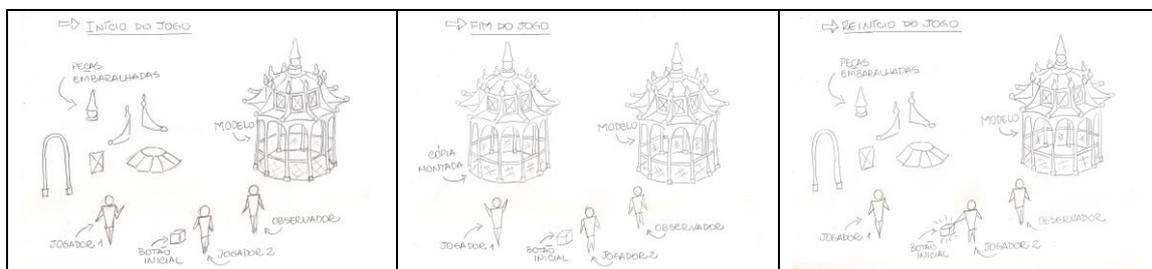
Como referido anteriormente, a inspiração para a dinâmica do jogo foi o próprio processo de montagem do reservatório. Assim, esta dinâmica foi associada à atividade lúdica própria de jogos de montar, como por exemplo, do Jogo do Pequeno Arquiteto ou, em sua versão mais contemporânea, ao LEGO, ilustrados na Figura 3.

A ideia do jogo, conforme registrada em uma representação tipo *storyboard*, exemplificada pela Figura 4, é que o jogador disponha de um modelo da Caixa D'água, montado completamente e sem a possibilidade de ser desmontado digitalmente, para servir de referência visual e para ser manipulado, virtualmente. Juntamente, no mesmo espaço virtual, há a disponibilização das peças, de maneira embaralhada, para montar uma cópia. Neste processo, a proposta é de provocar o jogador a explorar o objeto, refletir sobre os detalhes do monumento, observar com mais cuidado suas lógicas, e, também observá-lo por diferentes ângulos de visão. Há o propósito de que tal

interação com o objeto promova a construção de um olhar mais atento para este patrimônio.



**Figura 3** – Jogos de montar: À esquerda o Jogo do Pequeno Arquiteto. Fonte: <https://brinquedoclub.com.br/jogos-monta-monta-classico-que-cruza-geracoes/>. À direita o Jogo de Lego. Fonte: <http://legodofelipe.blogspot.com/2010/07/um-predio-completo-21042010.html>



**Figura 4** – Storyboard do conceito do jogo: A primeira imagem ilustra o início do jogo com as peças embaralhadas, a segunda imagem o final do jogo com a cópia do monumento montada, e a terceira imagem mostra o segundo jogador reiniciando o jogo ao apertar o botão inicial, embaralhando novamente as peças. Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante o jogo os usuários poderão ainda atuar conjuntamente. Esta característica do mundo virtual de promover a interação entre participantes permite que exista uma atividade coletiva e colaborativa, o que facilita e estimula a interação e o aprendizado, pois, enquanto um ou mais usuários podem estar jogando, outros tantos podem estar observando, instigando e aprendendo também.

#### 4.5 Programação do jogo

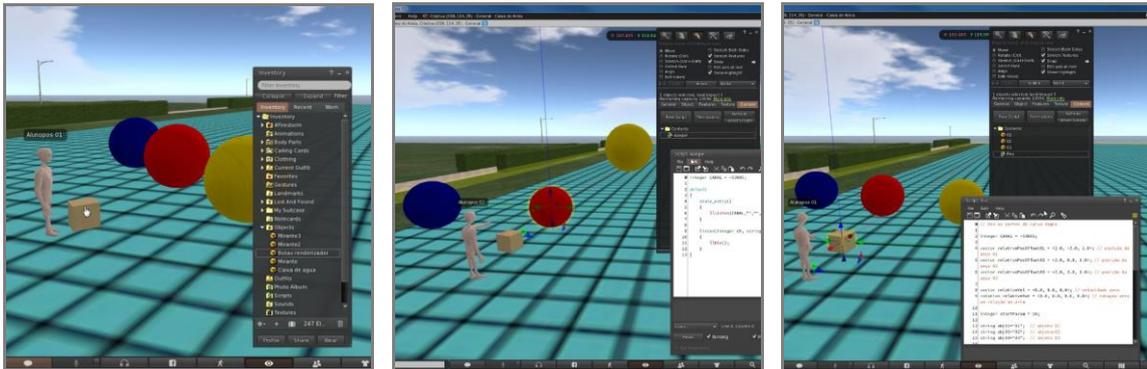
A programação do jogo foi desenvolvida a partir da definição de sua dinâmica. Para isso, foi feito um reconhecimento das possibilidades da plataforma OpenSimulator, visto que, utiliza-se de recursos de edição de objetos da própria plataforma para comandar os movimentos do jogo. Realizou-se então um estudo sobre a *Linden Scripting Language* (LSL) uma linguagem de *scripts* (rotinas programadas em um computador para executar tarefas especiais quando ocorrem certos eventos no mundo virtual), proposta pela empresa americana Linden Lab para ser usada em seu ambiente virtual, o Second Life, e que é usada também no OpenSimulator.

Uma linguagem de *scripts* possui recursos para tratar eventos que ocorrem dentro do ambiente virtual, como colisões entre avatares e objetos, toques nos objetos, mensagens recebidas pelos objetos, entre outros. Este conteúdo foi estudado apenas para o desenvolvimento deste jogo, tendo havido um acompanhamento/orientação de um especialista na plataforma para apoiar o desenvolvimento desta programação em particular. A dinâmica desta primeira versão do jogo foi programada da seguinte maneira: as peças utilizadas para a montagem são apresentadas inicialmente ao jogador e embaralhadas em uma posição inicial; o jogador pode então movimentá-las e posicioná-las utilizando as ferramentas de edição da plataforma de modo a montar a sua cópia do monumento; o jogador seguinte precisa apenas clicar em um botão “iniciar” para que as peças voltem a serem embaralhadas e apresentadas na posição inicial.

Para efeito de testes de programação, foram criados objetos tridimensionais modelados de maneira simplificada, para, logo, serem substituídos pelas peças efetivas do jogo (muitas delas com geometrias complexas). Foram utilizadas esferas coloridas, as quais representam as peças a serem utilizadas na montagem do monumento e um cubo para representar o botão inicial do jogo.

A programação desenvolvida para o jogo deve permitir que as peças sejam movimentadas pelo jogador e que o próximo jogador possa reinicializar o jogo, com as peças embaralhadas na posição inicial padrão do jogo. Pode-se mover objetos nas seis direções do espaço e rotacionar os objetos em relação aos três eixos coordenados. Dessa forma, foi gerada uma programação em linguagem LSL, sendo um *script* para o botão “iniciar” e outro *script* para as peças de montagem. Para recolocar as peças na posição inicial, quando um próximo jogador desejar usar o quebra-cabeças, existe um botão “iniciar” em um objeto separado das peças do jogo que, pressionado, apaga todas as peças do quebra-cabeças (por meio de uma rotina que “destrói” os objetos) e renderiza-as novamente na posição inicial. Como o objeto onde está o botão “iniciar” não pode destruir outros objetos, sendo esta uma limitação da programação LSL, é necessário que as peças se autodestruam por meio do comando *//Die*, disponível na linguagem LSL. As peças do quebra-cabeças usam a função *//Listen* que habilita uma espera por mensagem em um canal (a comunicação entre objetos do OpenSimulator usa “canais”). O objeto do botão “iniciar”, quando tocado por um avatar no mundo virtual, envia uma mensagem pelo canal, por meio do comando *//Say*, indicando para as peças que deve se autodestruir. Após isso, o *script* LSL no objeto “iniciar” deve renderizar as peças novamente em sua posição inicial.

Utilizou-se a função *IIRezObject* para renderizar as peças, a partir do cálculo vetorial na posição e rotação das novas peças (Figura 5).



**Figure 5** - Estudos de programação no ambiente OpenSimulator: A primeira imagem ilustra a posição inicial de jogo, a segunda mostra as peças sendo movimentadas com o menu de edição e, a terceira, as peças reinicializadas junto da aba do script gerado. Fonte: Elaborada pelos autores.

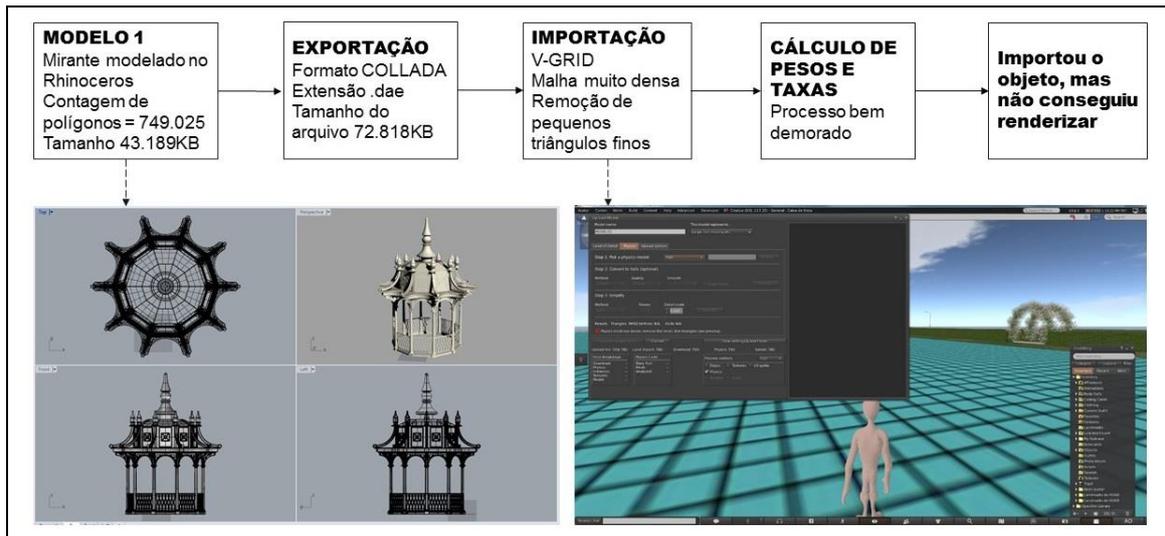
A solução da programação foi resolvida com os *scripts* que posteriormente serão aplicados às peças do jogo, quando estas estiverem prontas. Utilizou-se esta estratégia para que fosse possível desenvolver a programação paralelamente à modelagem apropriada das peças para a plataforma.

#### 4.6 Adequação dos modelos à plataforma OpenSimulator

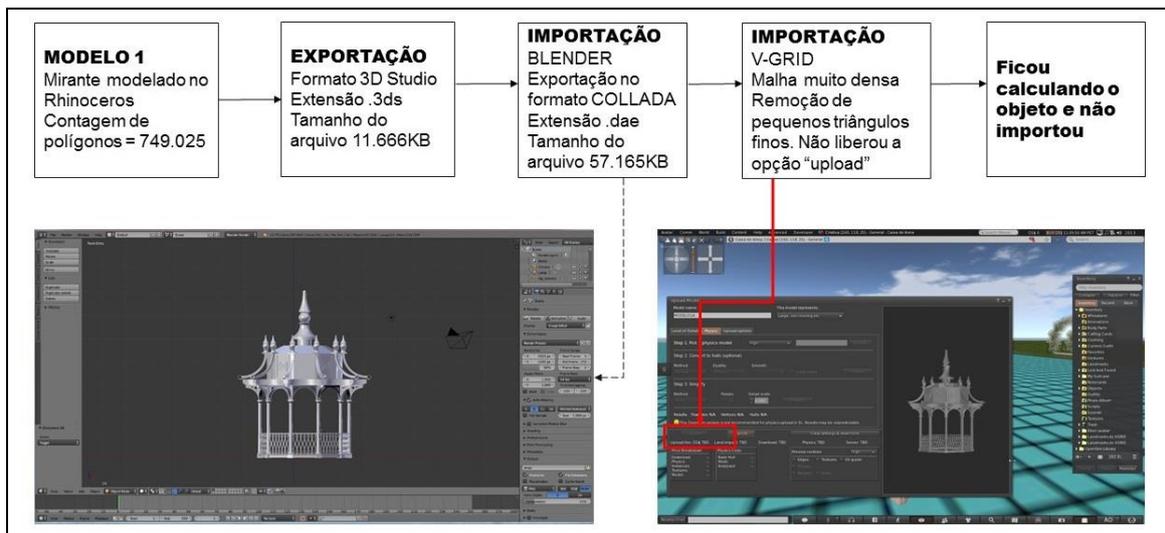
Foram selecionados para os testes dois modelos tridimensionais relativos ao mirante da Caixa D'água disponíveis no acervo do GEGRADI. Um modelo construído no *software* Rhinoceros (Modelo 1) e um modelo construído no *software* Sketchup (Modelo 2).

Os experimentos nesta etapa envolveram testes de exportação, estudo sobre os limites de importação da plataforma do OpenSimulator, tentativas de redução de polígonos, pesquisas sobre formatos, modelagem e remodelagem de objetos. As imagens das Figuras 6, 7 e 8 ilustram os experimentos realizados com o modelo 1. Em todos os casos os modelos tiveram que ser exportados para o formato COLLADA que é o formato utilizado pela plataforma OpenSimulator.

O formato COLLADA é um padrão de exportação e importação de arquivos, criado pela Sony e usado como padrão para o console Playstation 3. É suportado por editores 3D como Blender, 3D Studio Max e Maya. O formato utiliza XML como padrão e suporta além de modelos detalhados, animações e iluminação.

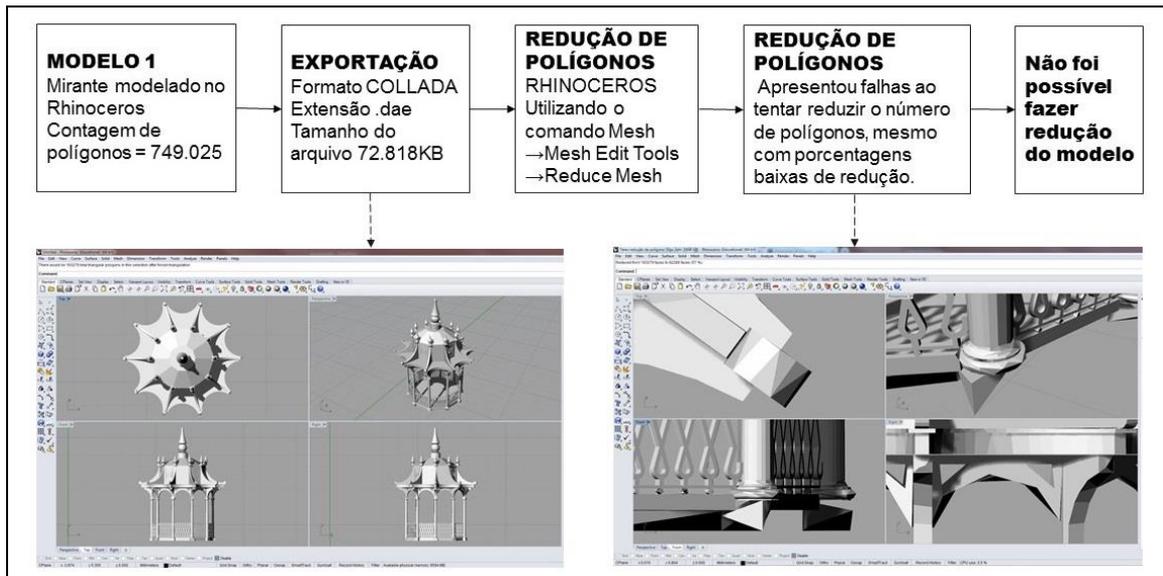


**Figura 6** – Primeiros experimentos com o modelo 1 sendo exportado diretamente para o OpenSimulator: À esquerda modelo no *software* Rhinoceros, à direita tentativa de importação no ambiente do V-GRID. Fonte: Elaborada pelos autores.

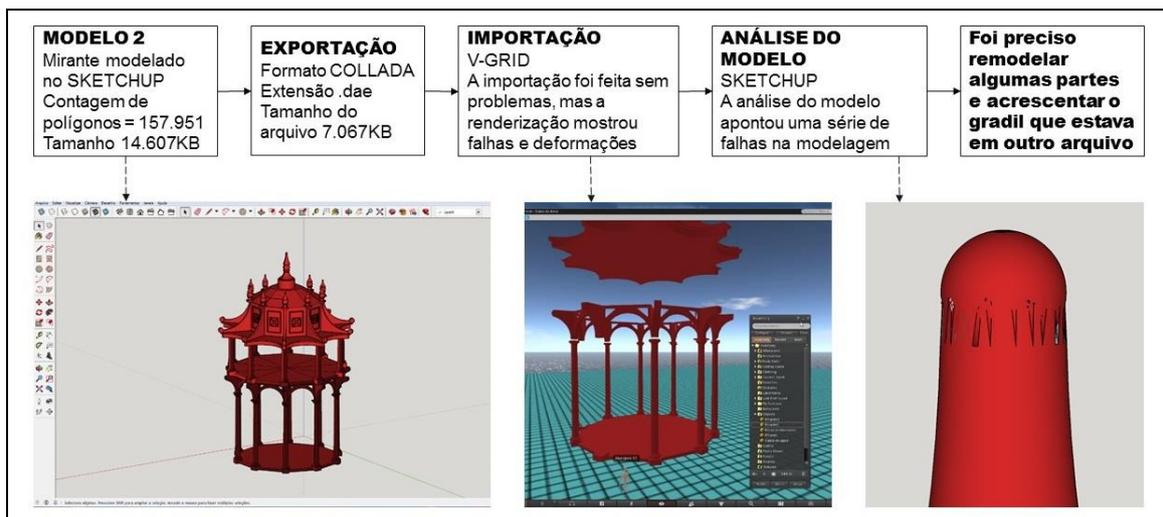


**Figura 7** – Experimentos com o modelo 1 sendo exportado para o *software* Blender e depois para o OpenSimulator: À esquerda modelo importado no *software* Blender, à direita tentativa de importação no ambiente do V-GRID. Fonte: Elaborada pelos autores.

Após várias tentativas, não se obteve sucesso de importação do modelo 1. Este modelo é mais detalhado e ultrapassa o número de vértices permitido pelo ambiente virtual que é de 65.535 vértices. Esgotadas as tentativas, passou-se aos experimentos com o modelo 2, conforme imagens da Figura 9.

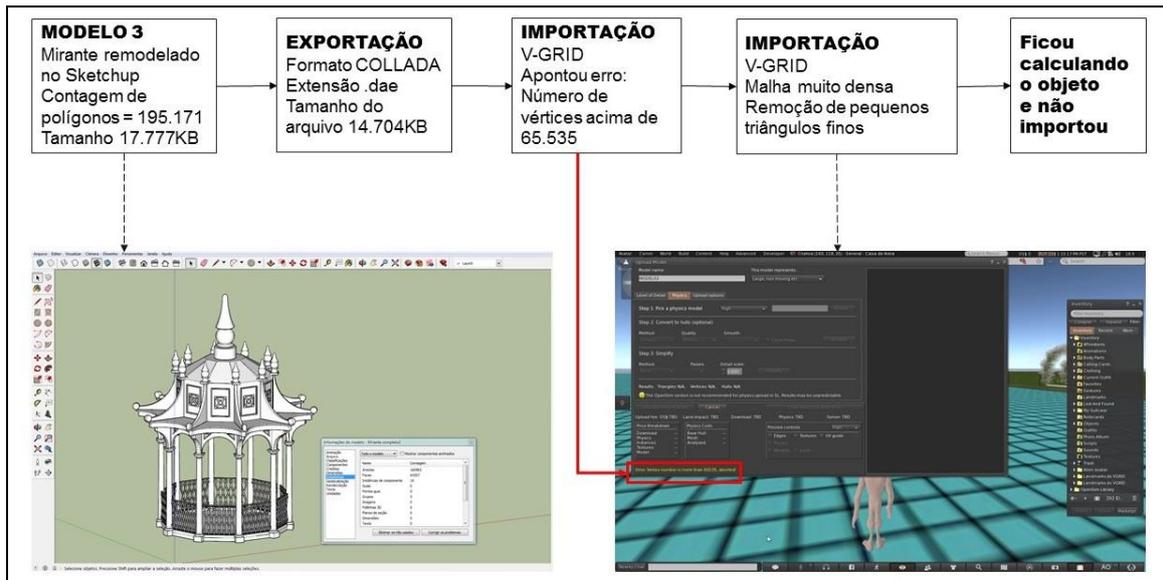


**Figura 8** – Experimentos com o modelo 1 para tentar reduzir o número de polígonos: À esquerda modelo no *software* Rhinoceros, à direita tentativa de redução com o comando *Reduce Mesh*. Fonte: Elaborada pelos autores.

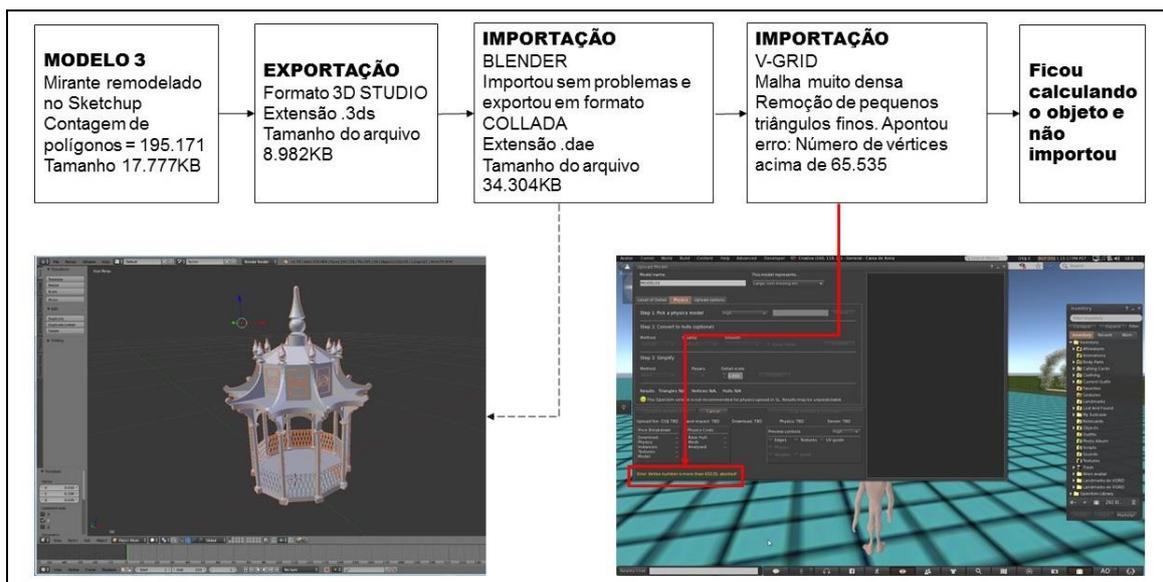


**Figura 9** – Experimentos com o modelo 2 sendo exportado diretamente para o OpenSimulator: À esquerda o modelo no *software* Sketchup, ao centro a importação do modelo 2 no ambiente do V-GRID, à direita detalhe das falhas na malha do modelo 2. Fonte: Elaborada pelos autores.

O modelo apresentou diversas falhas no preenchimento da superfície ao ser renderizado no ambiente virtual e a análise da malha mostrou que tal modelo originalmente já possuía este problema construtivo em sua geometria. Por este motivo, remodelaram-se algumas partes, acrescentando-as à modelagem do gradil, dando origem a um novo modelo. O modelo 3 passou então a ser alvo dos testes de importação conforme ilustram as Figuras 10, 11 e 12.



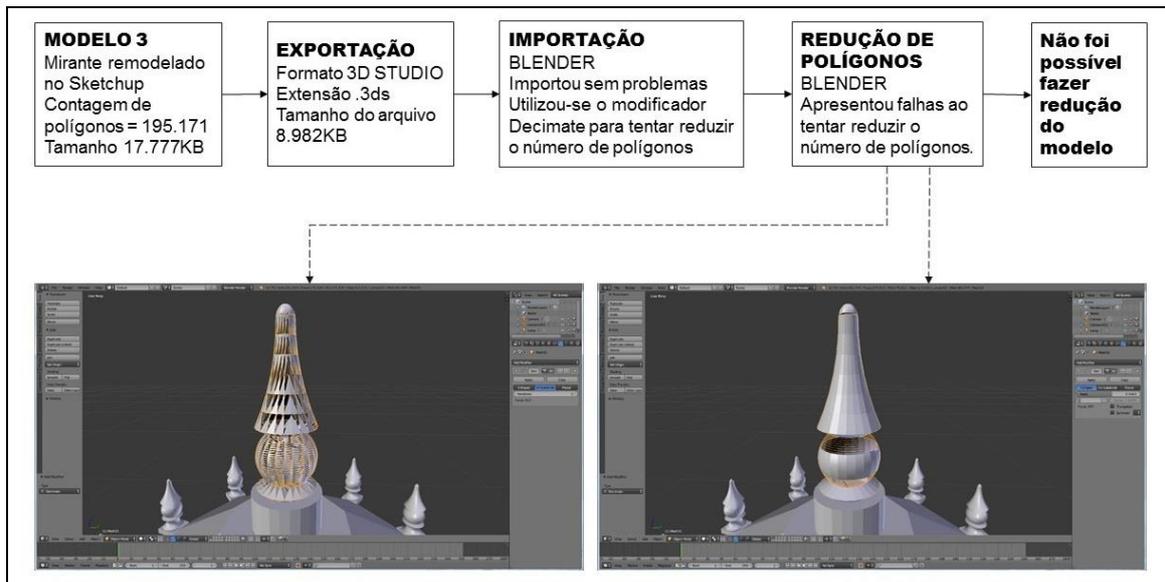
**Figura 10** – Experimentos com o modelo 3 sendo exportado diretamente para o OpenSimulator: À esquerda o modelo 3 remodelado no *software* Sketchup, à direita a tentativa de importação no ambiente do V-GRID. Fonte: Elaborada pelos autores.



**Figura 11** – Experimentos com o modelo 3 sendo exportado para o *software* Blender e depois para o OpenSimulator: À esquerda o modelo 3 no *software* Blender, à direita a tentativa de importação no ambiente do V-GRID. Fonte: Elaborada pelos autores.

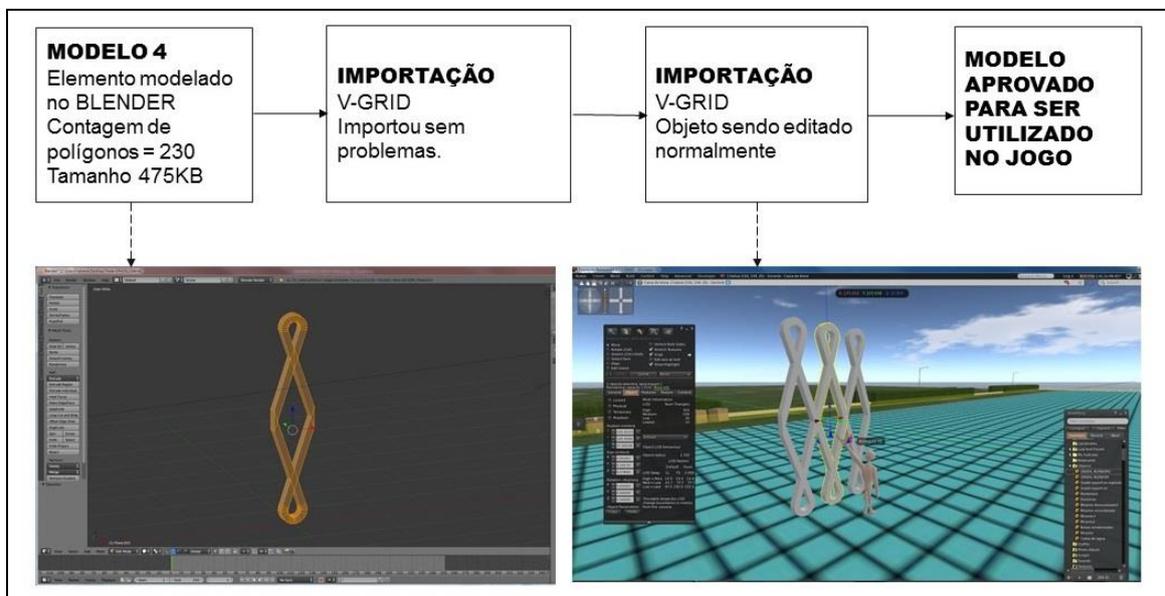
Este modelo também apresentou problemas de importação, devido ao seu tamanho e número de vértices superior ao permitido pela plataforma OpenSimulator. As tentativas de redução do número vértices do modelo não tiveram êxito. Mesmo com uma tentativa de reduzir apenas 10% o número de vértices, o que seria insuficiente para possibilitar a importação, o modelo apresentou rupturas na malha. Devido à

impossibilidade de utilização dos modelos escolhidos, partiu-se para mais uma alternativa que seria a modelagem de novos elementos para o uso no ambiente virtual.



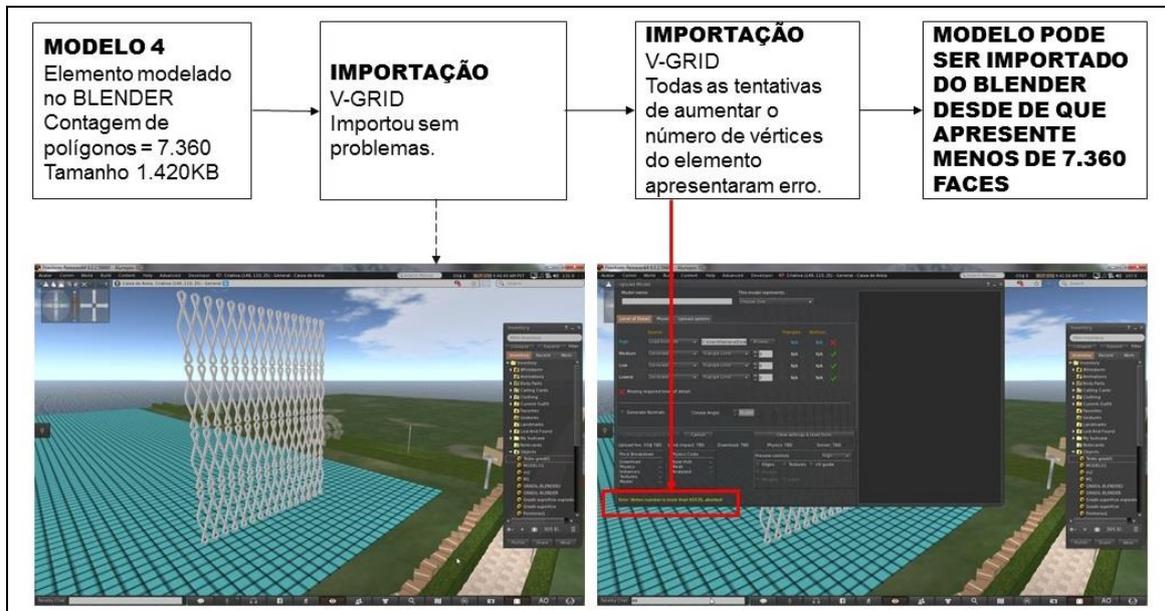
**Figura 12** – Experimentos para tentar reduzir o número de polígonos do modelo 3 no software Blender: À esquerda utilizando a opção *Collapse* no modificador *Decimate*. À direita utilizando a opção *Un-Subdivide* do mesmo modificador. Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nos inúmeros testes realizados sem sucesso, pode-se concluir que é necessário desenvolver modelos mais adequados ao propósito deste estudo. Assim, decidiu-se testar a modelagem de um pequeno fragmento do mirante da Caixa D’água para confirmar a compatibilidade entre as plataformas (figuras 13 e 14).



**Figura 13** – Experimentos com o modelo 4 sendo importado diretamente para o Opensimulator: À esquerda elemento do mirante construído no software Blender, à direita elemento importado sendo editado no ambiente do V-GRID. Fonte: Elaborada pelos autores.

O elemento modelado no software Blender, modelo 4, foi exportado no formato COLLADA e importado sem nenhum problema no ambiente virtual, sendo facilmente renderizado e editado. A segunda etapa deste teste foi reproduzir este elemento em simetria para aumentar o número de vértices, averiguando-se os limites de importação da plataforma OpenSimulator. Nesta etapa percebeu-se que a importação foi realizada até certo limite do número de vértices.



**Figura 14** – Experimento com o modelo apresentando número maior de vértices. À esquerda importação de um elemento com 13.184 vértices no ambiente do V-GRID, à direita a importação apresentou erro por excesso de vértices. Fonte: Elaborada pelos autores.

Os últimos testes realizados demonstraram que o ambiente do V-GRID importa sem problemas os modelos gerados pelo software Blender, desde que se respeite o limite do número de vértices que a plataforma permite. No entanto, o número apresentado na mensagem de erro do V-GRID não é compatível com o número de vértices contabilizado no Blender. No exemplo abaixo, o elemento que apresentou erro tinha uma contagem de 19.776 vértices segundo o Blender, porém, a mensagem apresentada diz que o erro se deve ao número de vértices ultrapassar 65.535. Sendo necessário futuramente compreender essa disparidade de informações das duas plataformas.

## 5 Considerações Finais

O estudo aqui desenvolvido partiu da consideração de que a educação patrimonial é o meio para levar o indivíduo a identificar-se com o patrimônio herdado de modo a gerar uma apropriação consciente e uma valorização dos bens patrimoniais, auxiliando

em sua preservação. A partir do desenvolvimento do projeto de um jogo digital, em um ambiente imersivo busca trazer uma contribuição para a educação patrimonial na cidade de Pelotas, visto o potencial educativo dos jogos digitais que estimulam a transmissão e assimilação de conhecimentos de maneira fluida e divertida.

No entanto, o desenvolvimento do jogo acabou esbarrando em outros desafios como a adequação de modelos tridimensionais para uso em mundos virtuais e a programação de jogos, o que impossibilitou a conclusão do jogo dentro dos prazos determinados. Porém, a simples atividade de planejar um jogo com esta finalidade mostrou-se importante objeto de reflexão e estudo, além, de trazer contribuições ao meio acadêmico por meio dos experimentos realizados.

A partir dos caminhos que esta pesquisa apontou é possível prosseguir este projeto em diferentes focos visto que os assuntos abordados por si só têm potencial para instigar novas pesquisas. Pode-se focar no estudo de modelagem para mundos virtuais, na pesquisa sobre a interoperabilidade entre as plataformas de desenho tridimensional e as plataformas de jogos, no desenvolvimento de outras dinâmicas de jogos, no reconhecimento das linguagens de programação de jogos, entre outras várias possibilidades de seguimento. Neste sentido, considera-se que este trabalho é passível de inúmeros desdobramentos e contribuições ao meio científico.

## 6 Referências

BELL, Mark. W. **Toward a Definition of "Virtual Worlds"**. Journal of Virtual Worlds Research, Indiana, jul. 2008. Virtual Worlds Research: Past, Present & Future. Acessado em 30 ago. 2019. Online. Disponível em <https://jvwr.net/category/home/>

CAILLOIS, Roger. **Os jogos e os homens**. Lisboa: Cotovia, 1990.

CRIVELLI, Juliana de Mello; VIZIOLI, Simone Helena Tanoue; "**Gamificação na educação patrimonial: Escola Álvaro Guião (SP-BR)**", p. 860-864. In: XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital [=Blucher Design Proceedings, v.3 n.1]. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/despro-sigradi2016-499

FÉLIX, N. R. BORDA, A. B. A. S. HEIDRICH, Felipe, ABAD, Gabriel, LUCAS, A. L. Modela Pelotas. In: **Graphica 2005, VI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design e XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**. Recife: Fundação Antônio dos Santos Abranches, 2005. V. 1, p.1 – 9.

FREIRE, Anderson; ROLIM, Cledja; BESSA, Wladia. **Criação de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem usando a plataforma OpenSimulator**. Alagoas, jan. 2010. ResearchGate. Acessado em 18 ago. 2019. Online. Disponível em <https://www.researchgate.net>

GHISOLFI, Érika Miwa; VIZIOLI, Simone Tanoue. A arquitetura patrimonial através dos jogos digitais. In: Graphica 2013, **XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO. X INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN**. Florianópolis, 2013. Acessado em 20 ago. 2019. Online. Disponível em <https://www.iau.usp.br/>

HORTA, M. de L. P.; GRUNBERG, E.; MONTEIRO, A. Q., **GUIA BÁSICO DA EDUCAÇÃO PATRIMONIAL**. MUSEU IMPERIAL / DEPRON - IPHAN – MINC. 1999.

MOORE, Dana; THOME, Michael; HAIGH, Karen Zita. **Scripting your world. The official guide to second life scripting**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2008.

PORTELLA, Maria Emília. **Pelotas recebe Caixa D'água história restaurada**. Cultura. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 14 dez. 2011. Acessado em 25 de ago. 2019. Online. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/pelotas-recebe-caixa-dagua-historica-restaurada>.

PROJETO V-GRAD. Acesso online em 25 de ago. 2019. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/vgrad/>.

RABASSA, Adriana. **Patrimônio Nacional: arquitetura pelotense é reconhecida pelo Iphan**. Prefeitura de Pelotas, 15 mai. 2018. Cultura. Acessado em 25 de ago. 2019. Online. Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/>

SECRETARIA ESPECIAL DA CULTURA. **Patrimônio Cultural**. Acessado em 25 de ago. 2019. Online. Disponível em: <http://cultura.gov.br/>

XAVIER, Janaina Silva. **SANEAMENTO DE PELOTAS (1871-1915): o patrimônio sob o signo de modernidade e progresso**. 2010. 355 f. Dissertação Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.