



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO - DAU  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO - CAU

**AIRTON PEREIRA DIAS**

**PASSEIO IMERSIVO NA RUA DO GIZ: APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL  
PARA O ESTUDO DA PAISAGEM ARQUITETÔNICA NO CENTRO HISTÓRICO**

São Luís - MA

2019

Universidade Estadual do Maranhão. Sistema Integrado de Bibliotecas da UEMA

D541p

DIAS, Airton Pereira.

Passeio Imersivo na Rua do Giz: aplicação da realidade virtual para o estudo da paisagem arquitetônica no Centro Histórico. / Airton Pereira Dias. – São Luís, 2019.

130 f. : il.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Maranhão, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo.

Elaborado por Diógenes de Andrade CRB – 13/891

**AIRTON PEREIRA DIAS**

**PASSEIO IMERSIVO NA RUA DO GIZ: APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL  
PARA O ESTUDO DA PAISAGEM ARQUITETÔNICA NO CENTRO HISTÓRICO**

Monografia apresentada ao Curso julgado e aprovado pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau em bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Érico Peixoto Araújo

Co orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Andréa Cristina Soares Cordeiro Duailibe

São Luís - MA

2019

**AIRTON PEREIRA DIAS**

**PASSEIO IMERSIVO NA RUA DO GIZ: APLICAÇÃO DA REALIDADE  
VIRTUAL PARA O ESTUDO DA PAISAGEM NO CENTRO HISTÓRICO**

Monografia apresentada ao Curso julgado e aprovado pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau em bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

APROVADA EM: \_\_/\_\_/\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo (orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Andréa Cristina Soares Cordeiro Duailibe (co orientadora)  
Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof. Arq. Raoni Muniz Pinto (examinador convidado)  
Universidade Estadual do Maranhão

*Este trabalho é dedicado em especial ao Núcleo de pesquisa Casa 472 e ao grande mestre, orientador e amigo Érico Peixoto Araújo, para que continuem usando a tecnologia aliada à arquitetura e que sejam capazes de inovar e revolucionar o mercado de arquitetura, construção e computação gráfica.*

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a Deus, por seu amor incondicional. Agradecer à minha mãe, Maria Candida Pereira Dias, e ao meu pai, Wagner Ferreira Dias, por serem as pessoas mais especiais da minha vida, por serem minha base e por se doarem tanto por mim. Agradecer ao meu mentor e grande amigo Érico Peixoto Araújo, exemplo de profissional da educação e pessoa. E a todos que contribuíram.

## **RESUMO**

Acompanhamos ao longo de todo século XXI, o surgimento de muitas tecnologias que mudaram nossa forma de interagir com o mundo. Nesse sentido, a realidade virtual merece certa notoriedade por oferecer uma experiência imersiva muito próxima ao real. Essa ferramenta está cada vez mais presente em nosso cotidiano, com aplicações em diversos campos do conhecimento, principalmente na arquitetura e o urbanismo. Este projeto propõe ao leitor o uso da realidade virtual para estudo da paisagem e preservação da memória do Centro Histórico de São Luís, Patrimônio Mundial da Humanidade, trazendo alguns resultados interessantes, animadores e positivos para área, através do desenvolvimento de um passeio imersivo interativo na Rua 28 de Julho, antigamente conhecida como Rua do Giz.

Palavras-chave: realidade virtual, patrimônio histórico, paisagem, São Luís.

## **ABSTRACT**

We have been following all along the XXI century, the rise a lot technologies has change our way to interact with the world. In these meaning the virtual reality desearve some notoriety for offer a imersive experience very close to the real one. These tool is more and more present on our daily, with applies on several areas of knowlodge mainly on architecture and urbanism. These project propose to the reader the use of virtual reality for landscape study and memory preservation of the Historic Centre of São Luís, a World Heritage, bringing some very interesting, exciting and positive results to the area, through the development of a imersive and interactive tour on "28th july street", whilom called "Rua do Giz".

Key words: virtual reality, landscape, historical heritage, São Luís



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia Double Diamond - Design Council.....	22
Figura 2 - Cerco de Sebastopol. ....	25
Figura 3 - Estereoscópio de Charles Wheatstone.....	25
Figura 4 - Máquina de imersão Sensorama .....	26
Figura 5 - Nintendo Virtual boy, óculos de realidade virtual .....	27
Figura 6 - Oculus Rift.....	28
Figura 7 - HMD, simulador de veículo em RV .....	29
Figura 8 - Simulador de voo para treinamento .....	30
Figura 9 - Jogo Second Life.....	31
Figura 10 - Realidade aumentada aplicada à arquitetura.....	31
Figura 11 - Óculos de realidade virtual Oculus Rift .....	32
Figura 12 - Óculos de realidade virtual HTC Vive .....	33
Figura 13 - Óculos de realidade virtual Google Cardboard .....	34
Figura 14 - Virtualização da moeda .....	35
Figura 15 - Daguerreótipo, antigo aparelho fotográfico do século XIX .....	35
Figura 16 - Livro Neuromancer, Willian Gibson.....	36
Figura 17 - Cidade de São Paulo futurista feita em realidade virtual.....	37
Figura 18 - Realidade virtual imersiva em paisagens virtuais.....	38
Figura 19 - CyArk realizando o registro de edificações históricas no México .	39

Figura 20 - Explosões e bombardeios do patrimônio Budas Bamiyan .....	40
Figura 21 - Casarões históricos sofrem com chuvas fortes em 2018 .....	41
Figura 22 - Mapeamento 3D de sítios históricos .....	42
Figura 23 - Visualização em realidade virtual de patrimônios documentados	42
Figura 24 - Passeio Imersivo no Fórum Flaviano de Conimbra.....	43
Figura 25 - Passeio imersivo no sítio arqueológico de Herculano reconstruído virtualmente .....	44
Figura 26 - Passeio imersivo na Roma antiga reconstruída virtualmente.....	44
Figura 27 - Paisagem com Orfeu e Euredice, Nicolas Poussin .....	45
Figura 28 - Lençóis maranhenses, paisagem natural.....	48
Figura 29 - Rua do Giz, São Luís - MA, paisagem cultural .....	48
Figura 30 - Paisagem Centro histórico de São Luís, MA.....	49
Figura 31 - Feirinha Praça Benedito Leite, São Luís - MA .....	50
Figura 32 - Patrimônio Histórico, Centro histórico de São Luís - MA.....	51
Figura 33 - Plaza de Armas, Santiago - Chile .....	52
Figura 34 - Kuggen Building, Gotemburgo - Suécia.....	53
Figura 35 - Monumento a Nicolau, o primeiro imperador russo.....	54
Figura 36 - Aeroporto de Cruzeiro do Sul, Acre - arquitetura inspirada na cultura indígena regional.....	55
Figura 37 - Gráfico de crescimento populacional mundial.....	56
Figura 38 - Lançamento Ford Escort XR3 e a popularização do automóvel...	57

Figura 39 - Bruges, Bélgica .....	58
Figura 40 - Casa dançante, Frank Gehry - Praga, República Tcheca .....	59
Figura 41 - Mosteiro de Santa Maria da Vitória, Vila de Batalha - Portugal....	60
Figura 42 - Coliseu, Roma - Itália .....	61
Figura 43 - Frevo (PE), bem imaterial brasileiro.....	62
Figura 44 - Modo de fazer queijo artesanal em Minas Gerais, Patrimônio Imaterial .....	63
Figura 45 - Ofício das Paneleiras de Goiabeiras.....	64
Figura 46 - Arte gráfica Kusiwa dos índios Wajãpi.....	64
Figura 47 - Celebrações com bois .....	65
Figura 48 - Usos culinários da mandioca .....	66
Figura 49 - Cerâmica coletada do Forte de Nossa Senhora da Luz, Lisboa - Portugal .....	67
Figura 50 - Centro histórico de Ouro Preto - MG .....	67
Figura 51 - Forte de São Marcelo, Salvador - BA .....	68
Figura 52 - Convento das Mercês, São Luís - MA .....	69
Figura 53 - Conjunto arquitetônico de São Luís - Patrimônio cultural da humanidade .....	71
Figura 54 - Tambor de Crioula, São Luís - MA.....	71
Figura 55 - Acervo arquitetônico colonial, São Luís - MA.....	72
Figura 56 - Evolução/Expansão do Centro histórico de São Luís - MA.....	74

Figura 57 - Delimitações de tombamentos no centro histórico de São Luís, MA .....	75
Figura 58 - Localização da área de funcionamento da ZBM .....	77
Figura 59 - Modelagem 3D da Rua do Giz.....	79
Figura 60 - Texturização do Modelo 3D .....	80
Figura 61 -Plataforma NormalMap Online.....	80
Figura 62 - Datasmith para Sketchup .....	81
Figura 63 - Correção de pivot do modelo 3D .....	82
Figura 64 - Agrupamentos de casarões, ruas e calçadas .....	83
Figura 65 - Faces externas voltadas para o usuário .....	84
Figura 66 - Site do Unreal Studio.....	85
Figura 67 - Programação visual através de blueprints .....	86
Figura 68 - Importação de modelo 3D .....	87
Figura 69 - Organização de pastas no Content Browser.....	88
Figura 70 - Parâmetros do componente directional light .....	89
Figura 71 - Parâmetros do componente sky light.....	89
Figura 72 - Parâmetros do componente Point light .....	90
Figura 73 - Parâmetros do componente Spot light.....	91
Figura 74 - Parâmetros do componente React light .....	91
Figura 75 - Mobilidade estática da luz .....	92

Figura 76 - Mobilidade estacionária da luz.....	93
Figura 77 - Mobilidade móvel da luz .....	93
Figura 78 - Extensão da janela de trabalho do nível .....	94
Figura 79 - Lightmass Importance Volume .....	95
Figura 80 - Compilação e construção da luz .....	96
Figura 81 - Lighting quality preview .....	97
Figura 82 - Lighting quality preview .....	98
Figura 83 - Criação de instância de som.....	99
Figura 84 - Configuração dos arquivos de áudios importados .....	99
Figura 85 - Atenuação linear do som - volume x distância .....	100
Figura 86 - Atenuação logarítmica do som - volume x distância .....	101
Figura 87 - Atenuação logarítmica inversa do som - volume x distância .....	101
Figura 88 - Atenuação inversa do som - volume x distância .....	102
Figura 89 - Atenuação natural do som - volume x distância.....	103
Figura 90 - Formato esférico de atenuação sonora .....	104
Figura 91 - Atenuação do som em forma de cápsula.....	105
Figura 92 - Atenuação do som em forma de caixa.....	105
Figura 93 - Formato cônico de atenuação sonora.....	106
Figura 94 - Configurações de entrada de usuário .....	107
Figura 95 - Configuração de entradas de movimentação.....	107

Figura 96 - Mapeamento do eixo dianteiro de movimentação e rotação .....	108
Figura 97 - Mapeamento do eixo direito de movimentação e rotação .....	109
Figura 98 - Mapeamento do eixo de rotação de câmera.....	110
Figura 99 - Criação do personagem e do modo de jogo .....	111
Figura 100 - Blueprint para recebimento das entradas configuradas .....	112
Figura 101 - Configuração do Modo de jogo .....	113
Figura 102 - Substituição do modo de jogo nas configurações do mundo ...	113
Figura 103 - Configuração da personagem.....	114
Figura 104 - Configuração de movimentação do usuário .....	115
Figura 105 - Componentes de rotação de câmera.....	116
Figura 106 - Suavização da movimentação e rotação da câmera.....	116
Figura 107 - Colisão do tipo complexa aplicada à Rua do Giz .....	117
Figura 108 - Volumes de bloqueio aplicados aos casarões .....	118
Figura 109 - Materiais organizados no Navegador de conteúdo .....	119
Figura 110 - Material raiz trazido do Sketchup.....	120
Figura 111 - Painel de configuração dos materiais instanciados no Unreal .	120
Figura 112 - Mapas de texturas aplicados .....	121
Figura 113 - Professor Dr. Érico Peixoto experimentando a imersão interativa .....	122
Figura 114 - Professor Me. Francisco Armond experimentando a imersão interativa .....	122

Figura 115 - Exportação de aplicação .....	123
--	-----

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	19
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	19
1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	20
1.3. JUSTIFICATIVA.....	20
1.4. OBJETIVO GERAL .....	21
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
1.6. METODOLOGIA PROJETUAL.....	22
1.6.1. DESCOBRIR .....	23
1.6.2. DEFINIR .....	23
1.6.3. DESENVOLVER.....	24
1.6.4. DESPACHAR .....	24
2. REALIDADE VIRTUAL .....	24
2.1. HISTÓRIA DA REALIDADE VIRTUAL .....	24
2.2. O QUE É REALIDADE VIRTUAL .....	28
2.3. TIPOS DE REALIDADE VIRTUAL .....	29
2.4. DISPOSITIVOS DE REALIDADE VIRTUAL .....	32
2.5. ESPAÇO VIRTUAL .....	34
2.6. REALIDADE VIRTUAL APLICADA A SÍTIOS HISTÓRICOS.....	39



3. PAISAGEM.....	45
3.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	45
3.2. PAISAGEM CULTURAL.....	50
3.3. PAISAGEM URBANA.....	51
3.4. PAISAGEM ARQUITETÔNICA .....	57
4.PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL .....	60
4.1. DEFINIÇÃO.....	60
4.2. PATRIMÔNIO CULTURAL IMATERIAL .....	62
4.3. PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL .....	66
4.4. PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL IMÓVEL.....	68
4.5. PATRIMÔNIO CULTURAL DA HUMANIDADE .....	69
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	72
5.1. CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS DO MARANHÃO .....	72
5.2. RUA 28 DE JULHO (RUA DO GIZ) .....	76
5.3. CRIAÇÃO DE IMERSÃO INTERATIVA NA RUA DO GIZ .....	77
5.3.1. MODELAGEM 3D.....	78
5.3.2. TEXTURIZAÇÃO E MAPEAMENTO 3D .....	79
5.3.3. SALVAMENTO E EXPORTAÇÃO .....	81
5.3.4. INTEGRAÇÃO COM A UNREAL .....	84
5.3.5. ILUMINAÇÃO .....	88

5.3.6. SONORIZAÇÃO .....	97
5.3.7. ENTRADAS DE HARDWARE.....	106
5.3.8. COLISÃO.....	117
5.3.9. MATERIAIS .....	118
5.3.10. EXPORTAR APLICAÇÃO.....	121
6. CONCLUSÃO.....	124
7.REFERÊNCIAS .....	125



## **1.INTRODUÇÃO**

### **1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA**

A tecnologia de jogos digitais tem crescido de forma exponencial nos últimos anos, as qualidades gráficas de modelagem tridimensional, texturização, capacidade computacional e visualização em tempo real, tem se desenvolvido paralelamente, por isso, profissionais de arquitetura e urbanismo usam-na aliada a seus projetos arquitetônicos e urbanísticos, a fim de criar novas formas de visualização e interação com o espaço (O'CONNELL, 2017).

Essa tecnologia é ainda utilizada como ferramenta de conservação e preservação memória de sítios históricos, através da realidade virtual é possível compreender o ambiente em um sentido mais amplo, uma vez que ela possibilita ao usuário a utilização de vários canais sensoriais (visão, audição, tato), o que não é possibilitado por imagens estáticas ou imagens 360º.

Novas possibilidades de interação como controlar uma câmera virtual através de teclas do computador ou controle joystick, movimentar-se virtualmente em um ambiente e interagir com objetos virtuais possibilitam entender e compreender a paisagem, mesmo não estando fisicamente presente. Nesse sentido, a realidade virtual permite ao usuário experimentar e interagir com o ambiente virtual, com um grau de semelhança muito próximo ao da paisagem original (LEITE, 2006).

Dessa forma, a partir da compreensão da realidade virtual como uma excelente ferramenta de apreensão da paisagem e uma vez que ela já é utilizada como tecnologia de preservação da memória de sítios históricos, a presente pesquisa tratará da construção de um passeio virtual na Rua do Giz, localizada no Centro Histórico de São Luís, o que deverá significar um grande impulso para os esforços de preservação do patrimônio histórico-arquitetônico da cidade.

## **1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Esse trabalho encontra-se dividido em capítulos e encontra-se dividido da seguinte forma: o capítulo 2 aborda os conceitos de realidade virtual e suas classificações. O capítulo 3 aborda o conceito de paisagem e sua evolução histórica. O capítulo 4 aborda questões relacionadas ao Patrimônio Histórico e Cultural das cidades. Ainda no capítulo 4 são abordados exemplos da realidade virtual aplicada ao estudo do patrimônio histórico. O capítulo 5 trata sobre a apresentação do sítio histórico escolhido para a realização da imersão virtual e sobre o modo como foi construído o passeio virtual. O capítulo 6 traz a conclusão do trabalho, ressaltando que todos os assuntos abordados foram relevantes para a construção desse trabalho.

## **1.3. JUSTIFICATIVA**

A realidade virtual tem revolucionado o campo da Arquitetura e do Urbanismo, especialmente no que concerne ao modo de representar, seja a representação de um projeto arquitetônico que futuramente será edificado, ou mesmo a representação da paisagem já edificada (ARCHIDAILY, 2017; LEITE, 2006).

Dentre as inúmeras ferramentas usadas atualmente para representação da paisagem, como: croquis, imagens 360°, maquetes e renders, a realidade virtual apresenta uma série de vantagens que a torna mais atraente. Pode-se afirmar que a realidade virtual é a única que proporciona uma experiência imersiva, permitindo ao observador a sensação de adentrar o espaço que o cerca, dessa forma, em comparação com as anteriores, ela é também a ferramenta que melhor propicia a compreensão da paisagem (HALSEY, 2016).

Além de tudo, a realidade virtual apresenta-se como uma tendência para o mercado da arquitetura, principalmente após o desenvolvimento de projetos de popularização dessa tecnologia pela Google que conseguiu diminuir bastante o preço de aquisição para as empresas (ARCHIDAILY, 2017; KLEINA, 2014).

Em face da importância da realidade virtual para o meio da Arquitetura e do Urbanismo, a presente pesquisa justifica-se como um incentivo à adoção dessa

ferramenta por arquitetos, urbanistas e escritórios em seus estudos sobre a preservação do patrimônio histórico edificado. Ademais, tendo em vista o baixo número de trabalhos científicos no Maranhão relacionados a essa ferramenta, a presente pesquisa busca estimular futuros pesquisadores a se interessarem pela exploração dessa temática.

Por fim, ao realizar uma imersão virtual na Rua do Giz, a presente pesquisa revela seu pioneirismo ao conectar a realidade virtual ao espectro do patrimônio histórico edificado da cidade de São Luís-MA. Ao compreender-se a realidade virtual como a melhor ferramenta atual para compreensão da paisagem, a imersão virtual na Rua do Giz será um importante objeto para aqueles que não podem ou não poderão conhecê-la em seu aspecto real, bem como deverá funcionar como acervo virtual que preservará a memória do patrimônio histórico material.

#### **1.4. OBJETIVO GERAL**

- Construir um passeio imersivo na Rua do Giz a partir da tecnologia da realidade virtual, com ênfase no estudo da paisagem do Centro Histórico de São Luís.

#### **1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ampliar a discussão acerca do tema da conexão entre realidade virtual e patrimônio histórico.
- Fomentar a incorporação da realidade virtual em outros campos de conhecimento, como tecnologia de facilitação de estudo.
- Estimular a criação de novas imersões virtuais em outros sítios de preservação histórica.
- Incentivar a elaboração de novas pesquisas relacionadas a temática da realidade virtual.

## 1.6. METODOLOGIA PROJETUAL

Para a construção do estudo, foi realizado o embasamento teórico a partir de pesquisas bibliográficas em busca de adentrar-se em temas relevantes como: o conceito de realidade virtual e suas aplicações e o conceito de paisagem e suas classificações.

Para a construção do passeio virtual utilizou-se a estrutura intitulada Double Diamond (figura 01) que foi desenvolvida em 2005 pelo *Design Council*, uma instituição de caridade responsável pela criação de processos que levam a um melhor desempenho (COUNCIL, 2019).

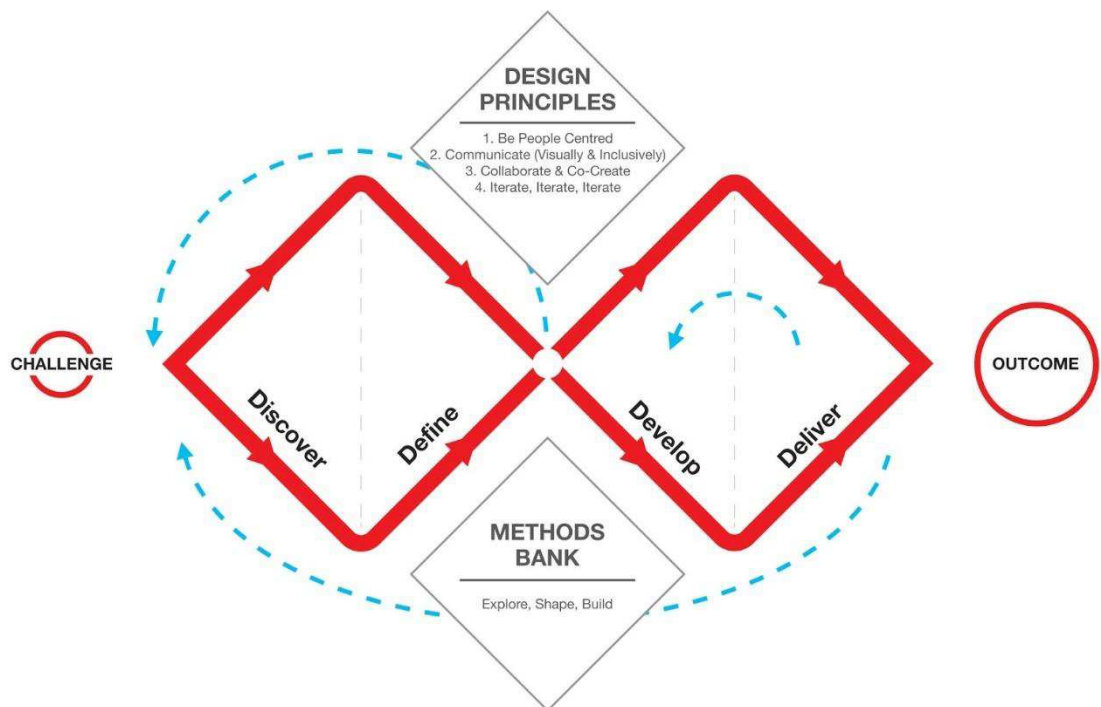


Figura 1 - Metodologia Double Diamond - Design Council

<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Essa estrutura sugere quatro etapas (divergentes e convergentes) importantes ao construir-se um projeto nas áreas de Design e Tecnologia: Descobrir; Definir; Desenvolver; Entregar (COUNCIL, 2019).

### **1.6.1. DESCOBRIR**

Essa etapa se refere ao início do projeto, aqui tem-se a adoção de uma ideia ou necessidade de algum assunto, o entendimento das condições projetuais, pesquisas e análises sobre o problema em questão (LIRA, 2018; COUNCIL, 2019). Para execução dessa primeira fase, delimitou-se o Centro Histórico de São Luís como campo de aplicação da realidade virtual, especificamente a Rua do Giz, dessa forma, procedeu-se com visitas, registros fotográficos e estudos bibliográficos sobre o local. Sendo assim, esse trecho foi estruturado da seguinte forma:

- Delimitação do tema do trabalho
- Estudo acerca da temática de realidade virtual aplicada em centros históricos
- Pesquisa acerca de tecnologias aplicadas à realidade virtual
- Fundamentação teórica sobre paisagem com ênfase na arquitetura
- Pesquisa sobre patrimônios e sítios históricos em São Luís
- Investigação acerca do contexto da implantação urbana da Rua do Giz
- Estabelecimento de referencial teórico aplicável ao objeto estabelecido

### **1.6.2. DEFINIR**

Na segunda etapa foram definidas e escolhidas as tecnologias que seriam utilizadas para o desenvolvimento do projeto, definiu-se metas e determinou-se o que seria realizado (LIRA, 2018; COUNCIL, 2019). Para tal, foram construídos:

- Renders da Rua do Giz
- Técnicas de modelagem 3D
- Programa de modelagem 3D
- Programa de realidade virtual



### **1.6.3. DESENVOLVER**

Na terceira etapa foram realizados testes e experimentos em busca de corrigir problemas de aplicação (LIRA, 2018; COUNCIL, 2019). Dessa forma, foram elaborados:

- Modelagens 3D
- Mapeamento dos modelos 3D
- Integração dos modelos 3D com o programa de Realidade virtual
- Programação das interatividades
- Teste de aplicação

### **1.6.4. DESPACHAR**

A última etapa é a finalização do projeto, aqui foram descartados os testes que não obtiveram sucesso e foram melhorados aqueles que apresentaram melhores performances, estes foram concluídos e adotados como projeto final. (LIRA, 2018; COUNCIL, 2019). Dessa forma, chegou-se ao produto aguardado:

Aplicação de realidade virtual realizada na Rua do Giz para os sistemas operacionais: Windows e Mac.

## **2. REALIDADE VIRTUAL**

### **2.1. HISTÓRIA DA REALIDADE VIRTUAL**

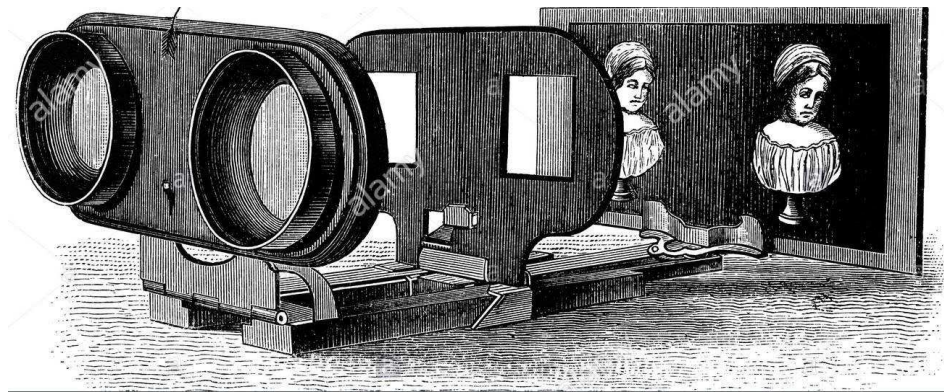
Acredita-se que o surgimento das experiências imersivas, data-se do século XIX, onde pintores como Franz Roubaud criavam grandes murais panorâmicos usando técnicas de pinturas realistas para representação de acontecimentos passados na história (figura 02). Esses murais tinham como objetivo proporcionar aos observadores a sensação de estar presenciando aquela cena ou evento histórico (RIBEIRO, 2007).



*Figura 2 - Cerco de Sebastopol.*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Franz\\_Roubaud#/media/File:Panorama1854-1855.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Franz_Roubaud#/media/File:Panorama1854-1855.jpg) (Último acesso 21/10/2019)

Ainda no século XIX, no ano de 1838, nasceu o dispositivo mais tecnológico que proporciona essa sensação de imersão, o estereoscópio, criado pelo físico Charles Wheatstone (figura 03). O dispositivo, no formato de um óculos, possibilita a quem o utiliza, a visualização de objetos tridimensionais, a partir da junção de imagens, vistas através de lentes especiais, posicionadas em pontos diferentes (MORAES, 2019).



*Figura 3 - Estereoscópio de Charles Wheatstone*

<https://www.alamy.com/stock-image-engraving-depicting-a-wheatstone-stereoscope-sir-charles-wheatstone-165993826.html> (Último acesso 21/10/2019)

Contudo, foi em 1955 que a realidade virtual ganhou forma e seguiu evoluindo até chegar no que conhecemos nos dias de hoje. Morton Heilig, considerado o pai da RV, criou o Sensorama, uma máquina que permitia múltiplas experiências sensoriais aos usuários (visão, audição, olfato e tato). A ideia era promover uma

experiência imersiva durante dois minutos. O indivíduo se acomodava em seu assento, segurava algumas alças e aproximava seus olhos dos orifícios de visualização (figura 04). Eram exibidos cinco filmes interativos e imersivos, feitos pelo próprio Heilig (MORAES, 2019).

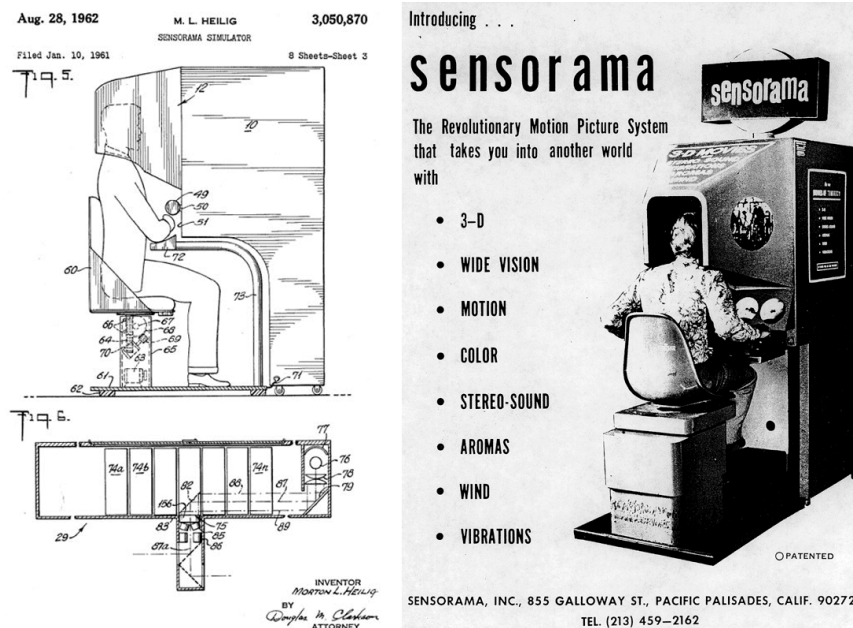


Figura 4 - Máquina de imersão Sensorama

<https://www.updateordie.com/2019/05/03/sensorama-a-primeira-rv-do-mundo-nasceu-em-1955/> (Último acesso 21/10/2019)

O grande marco da realidade virtual foi na década de 1980, onde surgiram vários estudiosos e teóricos sobre o assunto, um deles foi Jaron Lanier que criou um simulador que foi compartilhado com vários usuários ao mesmo tempo, o conceito de “realidade virtual” foi designado, desde então: “para descrever os sistemas que possibilitam a realização de simulações por vários utilizadores num ambiente partilhado”(RIBEIRO, 2007). A partir desse momento a realidade virtual passou a ser entendida como uma interface que permite a interação entre o computador e o usuário e que se utiliza da informática para criação de efeitos reais no modo virtual, podendo ser compreendida também como a técnica que permite a maior interação e imersão (sensação de estar dentro do que o computador projeta) por quem a utiliza. (ADAMI, 2009).

Alguns anos depois, na década de 90, empresas da indústria de jogos como a SEGA e a Nintendo passaram a adotar a realidade virtual em seus produtos, o que contribuiu para impulsionar o interesse pela tecnologia, no entanto, a qualidade gráfica da época não permitia uma imersão tão boa, além disso, os dispositivos eram desconfortáveis devido aos seus pesos e tamanhos. (NOGUEIRA, 2016).



*Figura 5 - Nintendo Virtual boy, óculos de realidade virtual*

<https://www.digitalspy.com/videogames/retro-gaming/a562419/virtual-boy-retrospective-nintendos-disastrous-foray-into-vr/> (Último acesso 21/10/2019)

Já na década de 2010, o cenário tecnológico transformou-se, com o enorme aumento da capacidade computacional junto à evolução dos componentes eletrônicos, como ecrãs, projetores, sensores, entre outros, que combinados proporcionaram um ambiente ideal para que a tecnologia de realidade virtual pudesse se desenvolver. Foi nesse período que surgiram os óculos rift da empresa Óculus VR (figura 06), responsável pela popularização da tecnologia até o momento e por revolucionar um mercado que permanecia inerte desde a década de 1990. Após essas transformações pode-se falar que a realidade virtual tornou-se um campo de estudo dentro do setor de tecnologia.



*Figura 6 - Oculus Rift*

<https://medium.com/hist%C3%B3rias-weme/como-xr-est%C3%A1-revolucionando-a-sa%C3%BAde-e-quais-s%C3%A3o-os-desafios-724a30ead052> (Último acesso 21/10/2019)

## **2.2. O QUE É REALIDADE VIRTUAL**

A realidade virtual, como campo de estudo, visa a criação de sistemas que proporcionem experiências sintéticas e ilusórias para os usuários, simulações criadas a partir do real. Esses sistemas são compostos por uma ou mais telas, sensores responsáveis pela captação dos movimentos do usuário e o computador. O desenvolvimento dessa experiência envolve a construção de ambientes virtuais feitos computacionalmente (KIM, 2005).

A tecnologia de realidade virtual possibilita ao homem ter uma melhor interação por meio do computador, áreas como engenharia utilizam a ferramenta para melhor análise e estudo de pequenas peças até grandes edificações. Na medicina ela é usada para a realização de procedimentos cirúrgicos virtuais, diminuindo assim, as chances de erros. Dentro da arquitetura, ela possibilita toda a visualização do projeto final antes de sua construção e auxilia no estudo da paisagem urbana. (PARISI, 2015).

A seguir, é apresentado um exemplo que ilustra a aplicação da realidade virtual, utilizando um HMD (Head mounted display), que é um capacete especial equipado com telas estereoscópicas e sensores que controlam a visualização do cenário com o movimento da cabeça, um pedal, um volante e o computador que receberá e processará todas essas informações, onde é possível simular a direção virtual de um veículo (figura 07).

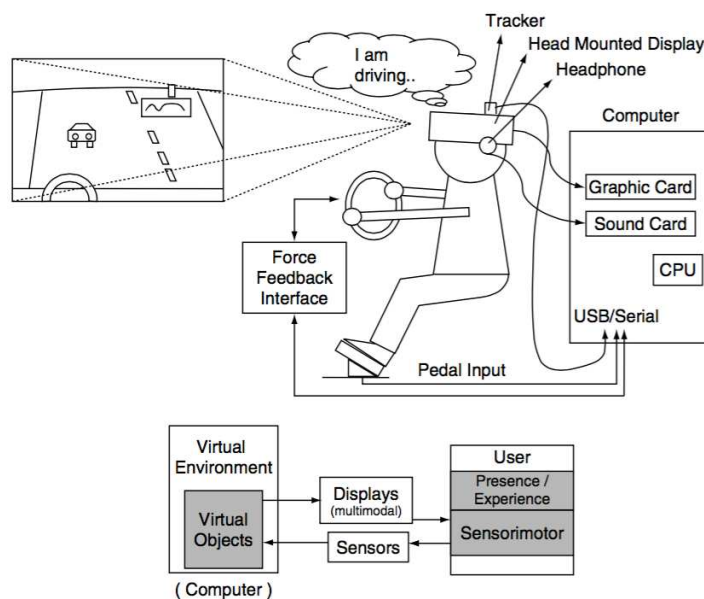


Figura 7 - HMD, simulador de veículo em RV

<http://web.ist.utl.pt/ist170613/> (Último acesso 21/10/2019)

Essa combinação de estímulos, através da visão, audição, tato e olfato, cria o que se chama de imersão total, onde o usuário parece realmente estar naquele contexto, levando-o a acreditar que faz parte daquele ambiente. (KIM, 2005). A depender do modo como ocorre a imersão, a realidade virtual receberá uma classificação diferente.

### 2.3. TIPOS DE REALIDADE VIRTUAL

De acordo com Neto (2015), a realidade virtual pode ser classificada em imersão parcial, imersão total, simulação, realidade artificial e realidade aumentada, levando em consideração a presença do usuário.

Na imersão parcial, o usuário é transportado para um ambiente virtual, onde utiliza o sentido da visão para interagir com o cenário, com os movimentos da cabeça e sensores presentes no capacete ou em óculos de realidade virtual que transformam dados adquiridos em estímulos.

Já na imersão total, podemos contar ainda com estímulos adquiridos por outros sentidos como tato, olfato e audição, dessa forma, o usuário passa a ter uma experiência maximizada da realidade.

Ainda tem-se a simulação, muito usada com fins pedagógicos, por exemplo na aviação, na direção de veículos e até em mesmo esportes, nela para que possa ocorrer a sensação de realidade é preciso que o usuário observe através de uma tela e interaja com outros dispositivos como: luvas, volantes, pedais, etc. (figura 08).

Na realidade artificial, a sensação de realidade ocorre através de um avatar, que é responsável pelas interações com o ambiente, este é observado por uma tela (figura 09).

E por fim, tem-se a realidade aumentada onde é possível projetar e visualizar o ambiente criado no mundo real, usando dispositivos móveis como smartphones e tablets (figura 10). Percebe-se que na realidade aumentada e na realidade artificial não há percepção de transporte para o mundo virtual, apenas a interação, a partir do mundo real.

Nesse trabalho adotou-se a imersão total e fez-se uso dos óculos Rift como dispositivo de realidade virtual.



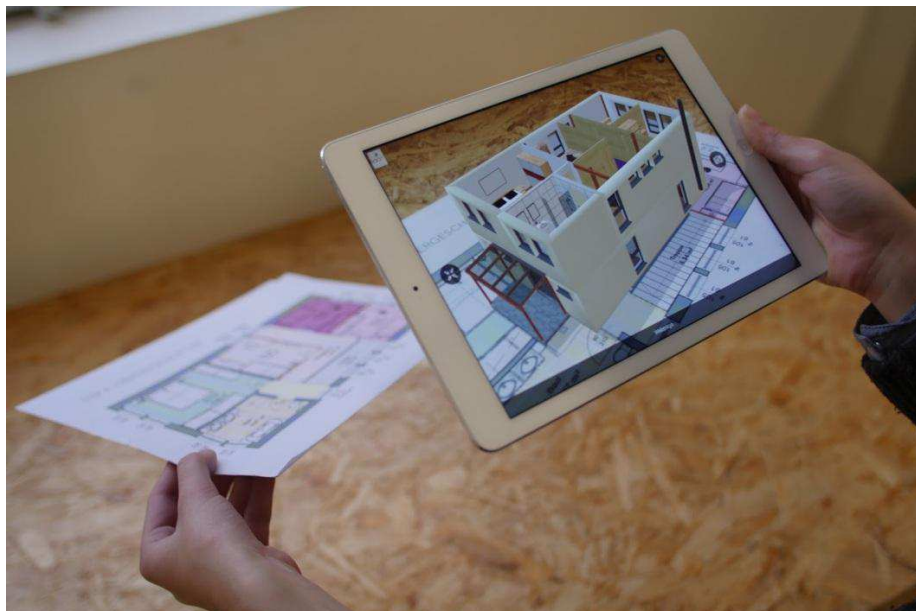
*Figura 8 - Simulador de voo para treinamento*

<https://www.aeroexpo.online/pt/prod/elite-simulation-solutions/product-180342-36803.html>  
(Último acesso 21/10/2019)



*Figura 9 - Jogo Second Life*

<https://www.theglobeandmail.com/life/relationships/who-still-hangs-out-on-second-life-more-than-half-a-million-people/article35019213/> (Último acesso 21/10/2019)



*Figura 10 - Realidade aumentada aplicada à arquitetura*

<https://www.augment.com/blog/key-benefits-augmented-reality-architecture-projects/> (Último acesso: 21 nov. 2019)



## 2.4. DISPOSITIVOS DE REALIDADE VIRTUAL

Nos últimos 10 anos, os principais dispositivos de RV passaram por constante desenvolvimento, na tentativa de proporcionar maior conforto e melhor ajuste ao corpo, além disso, os sensores táteis e de movimento foram aprimorados, junto a esse desenvolvimento, os recursos tecnológicos e computacionais cresceram de forma exponencial, melhorando a capacidade de armazenamento e processamento. (MUNHOZ, 2016).

Taxado como o precursor da tecnologia, o Oculus Rift (figura 11) é concorrente direto do HTC Vive (figura 12), ambos possuem equivalência em relação à experiência proporcionada para o usuário, tendo pequenas diferenças em relação a conforto, ajuste e qualidade gráfica. O valor de mercado de ambos está entre R\$4000,00 e R\$6000,00, essa variação ocorre devido a adição de componentes como controles de movimento e dispositivos de áudio (MUNHOZ, 2016).



*Figura 11 - Óculos de realidade virtual Oculus Rift*

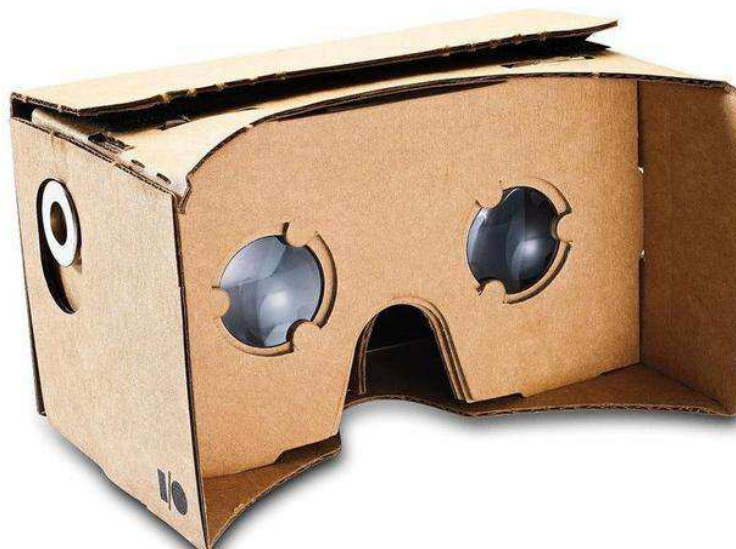
<https://www.expertreviews.co.uk/oculus/1409553/oculus-rift-s-review> (último acesso: 21 Nov. 2019)



*Figura 12 - Óculos de realidade virtual HTC Vive*

<https://www.tecmundo.com.br/realidade-virtual/109434-testamos-oculos-vr-atualidade-deles-saiu-melhor.htm> (Último acesso: 21 out. 2019)

Ao observar esses modelos, a realidade virtual parece ser cara e pouco acessível, contudo, a Google, com o intuito de popularizar essa tecnologia, criou o Cardboard, um óculos de RV feito de papelão (figura 13). Esse projeto foi apresentado em 2014, na conferência Google I/O 2014, onde o público presente baixava o aplicativo desenvolvido pela empresa que possuía uma biblioteca de cenários, jogos e filmes imersivos, encaixavam seus smartphones em uma abertura lateral do dispositivo e tinham a experiência de imersão de forma simples e com baixo custo (KLEINA, 2014). Grande parte do sucesso desse projeto deve-se também à entrega aos usuários de espaços virtuais já construídos.



*Figura 13 - Óculos de realidade virtual Google Cardboard*

<https://www.tecmundo.com.br/google-i-o-2014/58297-cardboard-oculos-papelao-google-enxergar-realidade-virtual.htm> (Último acesso 21/10/2019)

## **2.5. ESPAÇO VIRTUAL**

O virtual, geralmente é posto como contraponto ao real, como algo falso, ilusório, e sem existência, porém sua definição está diretamente ligada à atualização, por isso está tão ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias, o virtual não se opõe ao real e sim ao atual, algo possível, estático e construído (LEVY, 1999).

É cada vez mais comum a substituição, complementação ou articulação dos diversos setores da contemporaneidade, por causa do crescente avanço tecnológico, ao mesmo tempo que surgem novos setores, mais técnicos e especializados, e novos domínios como a internet, imagem digital, moedas digitais, realidade virtual, etc (figura 14) (SILVA, 2014).



*Figura 14 - Virtualização da moeda*

<https://epocanegocios.globo.com/Mercado/noticia/2018/09/valor-das-criptomoedas-despenca-e-queda-em-2018-ja-e-maior-que-da-bolha-da-internet.html> (Último acesso 29/10/2019)

Todo esse processo de evolução tecnológica acontece desde o século XIX, onde surgiram grande parte das invenções de cunho analógico, como a fotografia (figura 15), o diferencial das tecnologias contemporâneas é possibilidade de tradução de dados analógicos e digitais em um espaço denominado “ciberespaço” (SILVA, 2014).



*Figura 15 - Daguerreótipo, antigo aparelho fotográfico do século XIX*

<https://www.significados.com.br/seculo-xix/> (Último acesso 29/10/2019)

Devido à grande infraestrutura técnica na área de telecomunicações, hoje é possível a concepção deste ambiente virtual. O termo foi criado por William Gibson, famoso autor de ficção científica, em 1984, no livro “Neuromancer” (figura 16), para Gibson (1984), o ciberespaço é um espaço não físico que promove alucinações consensuais diárias para seus usuários, já para Levy (1999) o ciberespaço é visto como um ambiente de comunicação e interconexão, através de computadores e suas memórias, e de trocas simbólicas, sendo a informação, o principal ativo.



Figura 16 - Livro Neuromancer, William Gibson

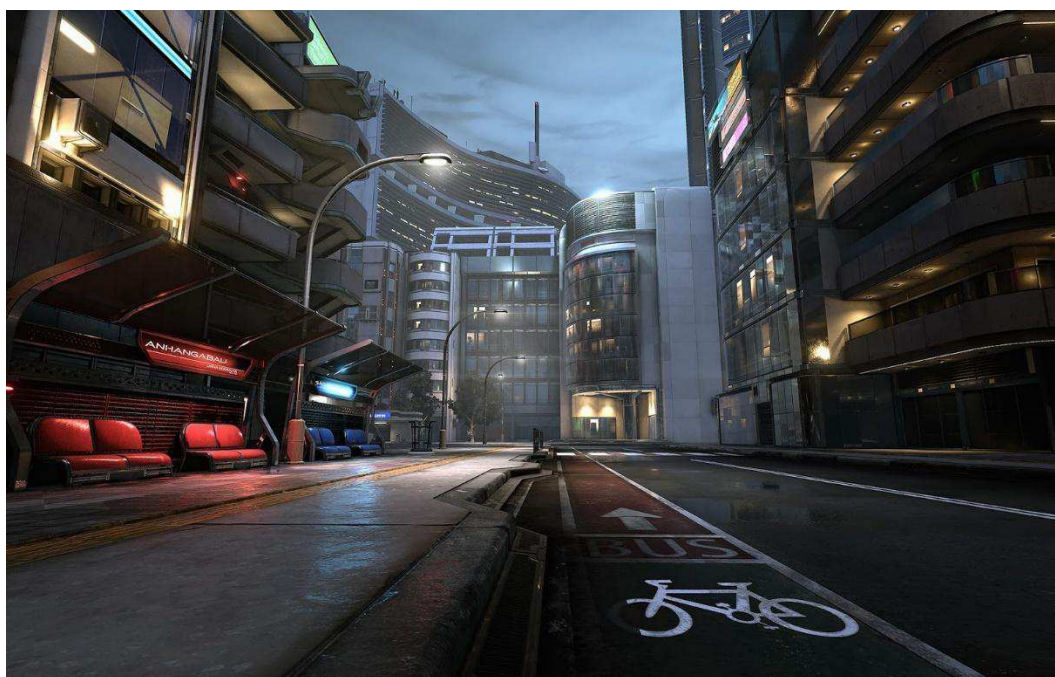
<https://www.portallos.com.br/2016/10/20/neuromancer-indicacao/> (Último acesso 29/10/2019)

As transformações que vivemos na contemporaneidade, devido a Indústria 4.0 são frequentemente comparadas àquelas que viveram as grandes cidades na Revolução industrial. O espaço urbano passou por diversas transformações no século XIX, relacionadas à evolução tecnológica nos meios de produção e transporte, modos de viver e habitar as cidades, já no século XXI, essas mudanças se relacionam ao processamento de informações e novas formas de comunicação associadas ao ciberespaço (LEITE, 2006).

O século XIX trouxe consigo novas experiências para os habitantes da cidade, uma nova forma de conviver com o espaço, levada pela curiosidade, pela

fantasia e prazer em observar os novos tipos, objetos e espaços da cidade moderna, através da caminhada ociosa e dos novos percursos construídos com a implementação de equipamentos urbanos, letreiros, lojas e publicidade.

Em contrapartida há uma ampla difusão do ciberespaço e um crescente desenvolvimento nas áreas de comunicação e informação no século XXI, essas conexões eletrônicas promovem experiências de imersão individuais e coletivas, fazendo surgir, então, a “cidade virtual” (figura 17) (LEITE, 2006).



*Figura 17 - Cidade de São Paulo futurista feita em realidade virtual*

<https://canaltech.com.br/curiosidades/realidade-virtual-mostra-sao-paulo-futurista-inspirada-em-final-fantasy-66099/> (Último acesso 29/10/2019)

É importante ressaltar que o espaço urbano é constituído por um agrupamento de elementos físico espaciais que formam associações, incluindo práticas sociais e memórias coletivas, ou seja, “é o resultado do casamento indissolúvel entre sistemas de objetos e sistemas de ações, enquadradas na economia, política e cultura” (SANTOS, 1994).

Aliado a esse conceito, com a introdução das novas tecnologias de informação e comunicação, com a extensão das capacidades de interação e com a sensação do usuário, como noções de distância, espaço e tempo, surgiu o espaço urbano virtual (FOINA, 2005).

Essa definição se refere a uma nova forma de ver o espaço urbano, a partir de um ambiente não físico que reproduz o espaço existencial, permitindo a interatividade do usuário com o espaço e a identificação dos vários elementos espaciais da paisagem urbana (FOINA, 2005).

Além disso, os elementos da paisagem de uma cidade têm sido reproduzidos no ciberespaço tal como se percebem na realidade, através de modelamento tridimensional, localização de serviços, simulações computadorizadas que tentam reproduzir a realidade mediante imersão sensorial ou experiências interativas proporcionadas pelo computador. Devido a esses atributos a realidade virtual apresenta-se como excelente ferramenta para estudo de sítios históricos (figura 18) (LEITE, 2006).



*Figura 18 - Realidade virtual imersiva em paisagens virtuais*

<https://blogs.3ds.com/perspectives/immersive-virtual-reality-and-visual-handicap/> (Último acesso 29/10/2019)

## 2.6. REALIDADE VIRTUAL APLICADA A SÍTIOS HISTÓRICOS

A realidade virtual já vem sendo aplicada como ferramenta para estudo da paisagem histórica e apresenta bons resultados, por exemplo, a Google, em 2018, iniciou uma parceria com a ONG CyArk, para realizar o mapeamento de sítios históricos espalhados por todo o mundo, a fim de documentá-los e preservá-los usando realidade virtual (MULLER, 2018).

A CyArk é uma organização sem fins lucrativos que registra, arquiva e compartilha digitalmente patrimônios culturais. Já foram registrados por ela mais de 200 edificações, monumentos e sítios históricos em todos os continentes (figura 19) (CYARK, 2018). A iniciativa aconteceu depois que os fundadores ficaram frustrados com a destruição dos Budas Bamiyan do século V no Afeganistão (figura 20), perdas como essa decorrem normalmente por meio de crescentes pressões climáticas, desenvolvimento urbano, desastres naturais e conflitos armados (figura 21) (CYARK, 2018).



*Figura 19 - CyArk realizando o registro de edificações históricas no México*

<https://openheritage3d.org/news.php?p=exploring-the-world-through-open-heritage-3d> (Último acesso: 27 nov. 2019)





*Figura 20 - Explosões e bombardeios do patrimônio Budas Bamiyan*

[http://lounge.obviousmag.org/arquitetura\\_do\\_sagrado/2013/07/a-triste-historia-dos-budas-de-bamiyan.html](http://lounge.obviousmag.org/arquitetura_do_sagrado/2013/07/a-triste-historia-dos-budas-de-bamiyan.html) (Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 21 - Casarões históricos sofrem com chuvas fortes em 2018*

<https://oimparcial.com.br/cidades/2018/02/casaroes-nao-resistem-ao-forte-periodo-de-chuvas/>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

O processo de registro e documentação ocorre através de tecnologias de captura de última geração, como o LIDAR, uma espécie de mapeamento a laser de alta precisão que transforma os dados obtidos em formas tridimensionais (figura 22) Após esse registro, são trabalhadas as texturas e mapas no modelo, que são compartilhados com o público usando experiências de realidade virtual para sua visualização e que podem ser acessadas nas plataformas Arts And Culture Google e Open Heritage 3D (figura 23) (MULLER, 2018).



Figura 22 - Mapeamento 3D de sítios históricos

<https://sketchfab.com/blogs/community/cultural-heritage-spotlight-templo-mayor-mexico-cyark/>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

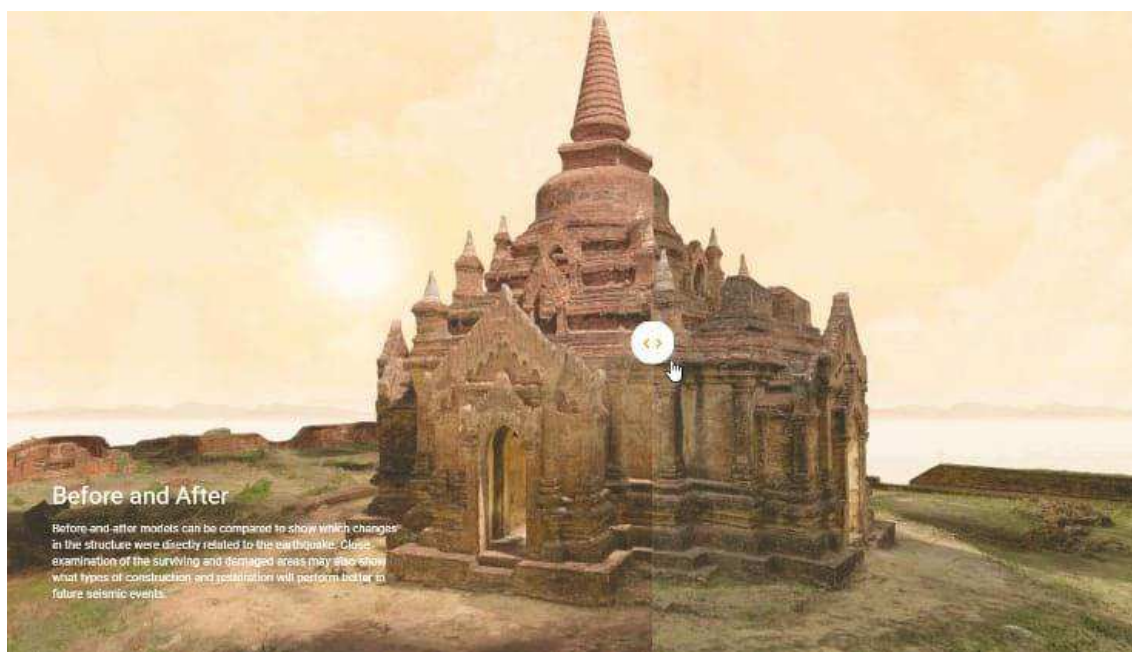


Figura 23 - Visualização em realidade virtual de patrimônios documentados

<https://www.lionsroar.com/google-digitally-preserves-ancient-buddhist-sites-in-virtual-reality/>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

Outro exemplo de aplicação real desta tecnologia está relacionado ao resgate histórico de monumentos e edifícios muito danificados ou destruídos, devido às intempéries, guerras e urbanização que ocorreram ao longo dos séculos. O fórum Flaviano de Conimbriga foi reconstruído virtualmente, em um processo de modelagem gradual, sua visualização 3D e a interação do usuário com o ambiente virtual acontece em tempo real (figura 24) (MARQUES, 2009).

Além desse, outro projeto bem sucedido é imersão no Museu arqueológico virtual que tem por finalidade a preservação das ruínas do sítio histórico de Herculano, o museu oferece um passeio imersivo interativo de 1,2 quilômetros, onde é possível ver as ruas e edificações da época reconstruídas, antes da cidade ter sido destruída pelo Vesúvio (figura 25) (MARQUES, 2009).

Por fim, cita-se um trabalho da Universidade da Califórnia em que se reconstruiu virtualmente o Coliseu, nele é possível ao usuário caminhar pelas galerias e subterrâneos do monumento (figura 26) (MARQUES, 2009).



*Figura 24 - Passeio Imersivo no Fórum Flaviano de Conimbra*

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Forum-Flaviano-de-Conimbriga-A-reconstrucao-utilizou-um-processo-de-modelagem\\_fig1\\_237310964](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Forum-Flaviano-de-Conimbriga-A-reconstrucao-utilizou-um-processo-de-modelagem_fig1_237310964) (Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 25 - Passeio imersivo no sítio arqueológico de Herculano reconstruído virtualmente*

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Museu-Arqueologico-Virtual-de-Herculano\\_fig2\\_237310964](https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Museu-Arqueologico-Virtual-de-Herculano_fig2_237310964) (Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 26 - Passeio imersivo na Roma antiga reconstruída virtualmente*

<http://chamasdahistoria.blogspot.com/2012/04/roma-antiga-reconstruida-digitalmente.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

Para realizar-se um trabalho de imersão virtual relacionado ao estudo do patrimônio histórico, é necessário antes compreender o tipo de paisagem na qual o ambiente a ser construído virtualmente está inserido. Portanto, o próximo capítulo tratará do conceito de paisagem e suas classificações.

### 3. PAISAGEM

#### 3.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

A palavra paisagem, tem origem no latim composta pelos termos: “*pagus*” e “*aticum*”, segundo Azevedo (1971), “*pagus+aticum*” foi evoluindo até se tornar no termo francês “*pays+age*”, no século XVII, “*pays*” significando país, aldeia e “*age*” designando “porção de um”.



*Figura 27 - Paisagem com Orfeu e Euredice, Nicolas Poussin*

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Nicolas\\_Poussin\\_-\\_Paysage\\_avec\\_Orph%C3%A9e\\_et\\_Eurydice.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Nicolas_Poussin_-_Paysage_avec_Orph%C3%A9e_et_Eurydice.jpg) (Último acesso 21/10/2019)

A paisagem, como área do conhecimento, vem sendo estudada desde a antiguidade, diversos pensadores, filósofos, geógrafos e urbanistas, vêm elaborando e melhorando conceitos até os dias de hoje, trazendo novas definições e elementos pertencentes a este campo.

Tudo se inicia na Grécia antiga, a Geografia vinha moldando todas as raízes do que hoje conhecemos como estudo paisagístico, alguns pensadores como: Heródoto e Estrabão mostravam os traços naturais e sociais da terra por onde andavam, o que tínhamos nessa época, eram as propriedades e elementos físicos que constituíam o ambiente. (PRADO, 2006)

No século XVIII, que o estudo da paisagem passa a se fundamentar no pensamento de Kant que em seus estudos sobre a paisagem, realizava uma análise geográfica restrita aos aspectos visíveis do real, cujas variantes para sua apreensão encontravam-se na tônica descritiva dos elementos morfológicos e na inter-relação dos elementos na dinâmica fisiológica (KANT, 1990; MORAES, 1999).

As duas perspectivas citadas, a morfológica e a fisiológica, apresentam uma individualidade local, que permite compreender a paisagem como algo que identifica o lugar, levando em consideração, sua característica própria e estruturação morfológica diferenciada, mesmo que seus elementos sejam semelhantes em outros lugares (MORAES, 1999).

Enquanto que no pensamento Kantiano, a perspectiva morfológica da paisagem era descritiva e enumerava os elementos presentes e as formas desses elementos, para Humboldt, a perspectiva morfológica da paisagem se fundamentava na estética e na contemplação. Os elementos presentes relacionam-se, levando o funcionamento da paisagem como um organismo (MOREIRA, 1994).

Enquanto Humboldt considerava a geografia como uma junção de todos os conhecimentos da natureza e acreditava ser necessário um método de análise através da observação, já Carl Ritter, geógrafo e naturalista defendia o conceito de “sistema natural”, o homem como sujeito da natureza, em uma determinada área com suas individualidades deveria construir análise particular a partir da região em que vive ou observa (MOREIRA, 1994).

Nesse mesmo período, um geógrafo e etnólogo, também alemão, chamado Friedrich Ratzel, fundou o que se conhece como Geografia Humana. Sendo o precursor das bases da Antropogeografia, responsável pela relação entre o homem e os elementos do meio no qual está inserido, fazendo do objeto geográfico, o estudo da influência que as condições naturais exercem sobre a humanidade”. Para Ratzel, o método de análise usado, para compreender a paisagem, era a observação e a descrição, através delas “é possível ver o lugar como objeto em si, e como elemento de uma cadeia”, revelando não somente seus elementos naturais, mas também a ação dos homens sobre o local (MORAES, 1999).

O início dos pensamentos e conceitos sobre o estudo da paisagem foram concebidos por pensadores e geógrafos alemães, no século XVIII, porém a França no século XIX, teve grande contribuição para a formulação do que hoje conhecemos sobre Paisagismo.

Paul Vidal de La Blanche, francês, historiador e geógrafo, foi um dos fundadores dos Institutos de Geografia espalhados pela França, em 1870. Vidal criticava muito os pensadores alemães, mesmo assim, não rompeu com a visão naturalista apresentada por estes. Segundo Prado (2006), para Blanche “a Geografia era uma ciência dos lugares, não dos homens” e seu objeto “a relação homem-natureza, na perspectiva da paisagem”.

Analisando a paisagem, Vidal de La Blanche considerava “as formas visíveis, criadas pela sociedade em sua relação histórica e cumulativa com os diferentes meios naturais”. Através da análise, é possível ter o resultado da ação humana na paisagem, usando como método o empirismo-dedutivo, a partir de dados obtidos da observação direta de campo, a indução a partir da paisagem e a explicação dos elementos e processos visíveis. (MORAES, 1999).

“O homem é o habitante de vários pontos da terra e se adapta ao meio, desenvolvendo relacionamentos com o lugar, construindo um passado social no qual desenvolve técnicas, hábitos e costumes. Esse conceito Vidal de La Blanche denominou de “gênero da vida” (PRADO, 2006).

Unindo os conceitos de antropologia e geografia apresentados por Ratzel e as análises a respeito da geografia humana de La Blanche, o geógrafo e professor americano, Carl Sauer, professor na Universidade da Califórnia, entre 1923 e 1957, considerava que existiam dois tipos de paisagem: a natural (figura 28) e a cultural (figura 29) (PRADO, 2006). A proposta era a “análise das formas que a cultura de um povo cria, na organização de seu meio”, uma geografia baseada na união dos elementos físicos e culturais da paisagem e seu conteúdo encontrado nas qualidades físicas e nas formas paisagísticas (PRADO, 2006).





*Figura 28 - Lençóis maranhenses, paisagem natural*

<https://3em3.com/lencois-maranhenses-brasil-o-que-fazer-e-como-chegar-no-parque-nacional/> (Último acesso 21/10/2019)



*Figura 29 - Rua do Giz, São Luís - MA, paisagem cultural*

<https://viajento.com/2017/11/11/sao-luis-passeio-pelo-centro-historico/> (Último acesso 21/10/2019)

A partir do século XX, os conceitos e definições sobre a Paisagem são desvinculados da Geografia e da Física e passam a ser concebidos como uma “expressão formal dos numerosos relacionamentos existentes em determinado período entre o indivíduo ou uma sociedade, em um território topograficamente definido cuja aparência é resultado de ação ou cuidados especiais, de fatores naturais e humanos e de uma combinação de ambos” (PRADO, 2006).

Assim, o estudo da paisagem, tem caráter relacional, são relações entre indivíduos de uma sociedade em um dado momento, determinando uma configuração territorial que representa os arranjos sobre um lugar e mais logo, a identidade deste lugar (figura 30). A paisagem então começa a ter um sentido mais amplo, pois insere um produto histórico, identifica o espaço e possui suas próprias características (PRADO, 2006).



*Figura 30 - Paisagem Centro histórico de São Luís, MA*

<https://www.viagensecaminhos.com/2016/11/sao-luis-do-maranhao-quando-ir-onde-ficar-o-que-fazer.html> (Último acesso 21/10/2019)

Além disso, ela é a própria materialidade do espaço, percebida pelo indivíduo e por ele também transformada, é a expressão da totalidade, formada por elementos que interagem entre si. Ela deixa de ser apenas suporte para intervenção humana e passa a ser vista como um sistema, onde há interações entre seres humanos, elementos naturais e elementos construídos, assim como a sociedade que a produz (PRADO, 2006).

### 3.2. PAISAGEM CULTURAL

Diferente da paisagem natural, a paisagem cultural sofre interferências e modificações por meio de ações humanas, contudo além de uma simples paisagem modificada, ela carrega consigo crenças, valores, hábitos e práticas sociais de um grupo específico, ou seja, apresenta relações entre os indivíduos da comunidade e a natureza circundante (DIANA, 2019).

A modificação de uma paisagem natural acontece devido ao aumento da densidade populacional, da urbanização e da industrialização, formando um espaço com grandes construções como: comércios, prédios e indústrias. Já a paisagem cultural surge a partir das relações orgânicas presentes no território, apresentando características singulares e especiais, que somadas geram a identidade cultural de um povo (figura 31) (DIANA, 2019).



*Figura 31 - Feirinha Praça Benedito Leite, São Luís - MA*

<http://www.maranhaodagente.com.br/2018/08/13/diversidade-cultural-da-feirinha-sao-luis-atrai-familias-ao-centro-historico/> (Último acesso 21/10/2019)

A paisagem cultural é considerada uma marca, por exprimir uma civilização, mas também é uma matriz, porque se envolve com sistemas de percepção, concepção e ação, ou seja, a cultura canalizando a relação de uma sociedade com o espaço e com a natureza (CORRÊA, 1998).

A abrangência da paisagem cultural envolve todos os aspectos e elementos naturais, sendo eles originais ou artificiais, como o solo, a água, a fauna e flora e elementos ou bens culturais presentes nesse espaço: edificações, plantações, assentamentos de reflexos urbanísticos e integrados pelo patrimônio histórico (figura 32), paisagístico, turístico e arqueológico (PRADO, 2006).



*Figura 32 - Patrimônio Histórico, Centro histórico de São Luís - MA*

<https://viagemeturismo.abril.com.br/materias/sao-luis-meu-amor/> (Último acesso 21/10/2019)

### **3.3. PAISAGEM URBANA**

Atuando com uma abrangência menor, em relação ao paisagismo cultural, focando no meio urbano, esse tipo de paisagem se refere à organização e coerência dos diversos elementos presentes dentro da cidade, como os edifícios, ruas, calçadas e espaços que constituem esse ambiente urbano (figura 33), (CULLEN, 1983).



*Figura 33 - Plaza de Armas, Santiago - Chile*

<https://www.falandodeviagem.com.br/viewtopic.php?f=545&t=11023> (Último acesso 21/10/2019)

Existem três aspectos essenciais que estruturam esse conceito, o primeiro deles é a ótica, que é uma visão em série formada por percepções sequenciais dos espaços urbanos, o segundo fator é o local, que trata das reações do indivíduo em relação ao seu posicionamento no espaço, também conhecido como sentido de localização e o terceiro é o conteúdo (figura 34), que trata da relação com a cidade, através de cores, texturas, escalas e estilos que caracterizam edifícios e malhas urbanas (CULLEN, 1983).



*Figura 34 - Kuggen Building, Gotemburgo - Suécia*

[https://www.reddit.com/r/pics/comments/8dz32o/kuggen\\_building\\_gothenburg\\_sweden/](https://www.reddit.com/r/pics/comments/8dz32o/kuggen_building_gothenburg_sweden/)  
(Último acesso 03/11/2019)

Os elementos que estruturam a paisagem urbana podem ser desmembrados, mas eles só existem verdadeiramente quando estão integrados, segundo Kevin Lynch (1960) eles podem ser divididos em cinco categorias de acordo com a sua função: vias, responsáveis pelo deslocamento do cidadão através de canais; limites, que tratam da delimitação e identidade regional; bairros, que carregam consigo características culturais do local; pontos nodais, que são elementos ou núcleos bem posicionados entre caminhos ou regiões com características diferenciadas; e marcos, que são referências imagéticas localizadas dentro ou fora do perímetro urbano (LYNCH, 1960).

Esses elementos quando associados valorizam características específicas da cidade, e ainda podem ser usados para tornar essas características imperceptíveis, como exemplo, uma estátua inserida em uma praça pode torná-la um núcleo de identificação do bairro e da comunidade que se encontra, ou causar um ruído visual que impede a unidade da imagem (figura 35) (LYNCH, 1960).



*Figura 35 - Monumento a Nicolau, o primeiro imperador russo*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Monument\\_to\\_Nicholas\\_I](https://en.wikipedia.org/wiki/Monument_to_Nicholas_I) (Último acesso 03/11/2019)

Para Spirn (1995), existem dois tipos elementos estruturais da paisagem urbana, diferentemente do pensamento de Lynch, eles são divididos em elementos diferenciados e elementos comuns, o primeiro grupo diz respeito à relação com os recursos naturais presentes naquele espaço (Figura 36), de modo a guardar suas características e modelar a forma da cidade, localização, crescimento histórico e distribuição populacional (SPIRN, 1995). O segundo grupo trata o caráter urbano das cidades, resultantes das necessidades humanas (abrigo, segurança, água, energia), que apresentam similaridade urbana com outros espaços urbanos (ruas, espaços, edificações), ambos elementos são responsáveis pela configuração arquitetônica do ambiente urbano (SPIRN, 1995).



*Figura 36 - Aeroporto de Cruzeiro do Sul, Acre - arquitetura inspirada na cultura indígena regional*

<http://g1.globo.com/ac/acre/noticia/2013/11/aeroporto-tem-arquitetura-inspirada-na-cultura-indigena-no-interior-do-ac.html> (Último acesso 03/11/2019)

Assim, as cidades são fontes de percepção desses elementos fazendo desse meio físico um espelho, no qual a sociedade que nele habita, é refletida, isto é, história, cultura, meios de produção, entre outros fatores estão espelhados na configuração espacial da cidade, principalmente em suas arquiteturas (LANDIM, 2002).

Os principais fatores que condicionaram a paisagem urbana contemporânea, se desenvolveram principalmente nas décadas de 1980 e 1990, foram eles, a expansão urbana e o adensamento da mancha preexistente, em razão do crescente aumento populacional nas cidades (Figura 37), devido a essas condicionantes, começa-se a estruturar cidades em sentido horizontal e vertical, se desenvolvendo paralelamente, o primeiro devido à expansão e o segundo devido ao adensamento (LANDIM, 2002).



## The size of the world population over the last 12.000 years

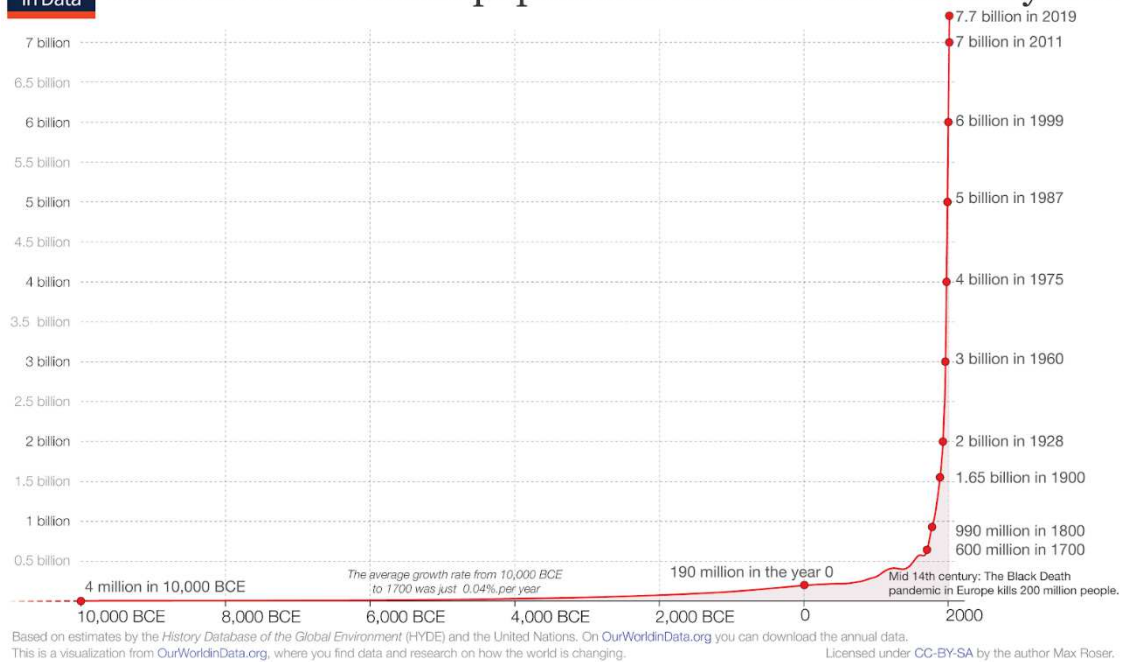


Figura 37 - Gráfico de crescimento populacional mundial

<https://ourworldindata.org/world-population-growth> (Último acesso 03/11/2019)

Nesse mesmo período, a popularização do automóvel para a classe média permitiu novas configurações urbanas (Figura 38), a partir da criação ou renovação de malhas viárias, construção de novas edificações, estruturas urbanas comerciais, de serviços e de lazer, entre outros equipamentos urbanos (LANDIM, 2002).



*Figura 38 - Lançamento Ford Escort XR3 e a popularização do automóvel*

<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/o-dia-em-que-a-ford-congestionou-uma-rodovia-com-368-escort-xr3-vermelhos/> (Último acesso 03/11/2019)

### **3.4. PAISAGEM ARQUITETÔNICA**

A arquitetura é uma forma de expressão materializada que carrega consigo a marca de ação intencional do homem no espaço e toda sua trajetória nesse ambiente, se estabelecendo como um importante instrumento de comunicação e estabelecendo relações com o sítio no qual está inserida (CARVALHO, 2016).

O espaço edificado é o próprio reflexo da história e do tempo, representando muitas vezes o invisível ou o inexistente, carregado de símbolos e significados, onde se encontra uma configuração arquitetônica formada por camadas de informações e sentidos, representando os modos de construção, habitação, circulação e relação com o entorno (figura 39) (CARVALHO, 2016).



*Figura 39 - Bruges, Bélgica*

<https://www.enovado.com.br/viagens/dicas-valiosas-para-sua-lua-de-mel-na-belgica-bruxelas-bruges-e-antuerpia/> (Último acesso 21/10/2019)

A estruturação de uma cidade acontece por meio de elementos que dão forma e arranjo a ela, estes descrevem não só a forma edificada, mas a cidade e todo o seu complexo, que por sua vez é a arquitetura da mesma (ROSSI, 1995).

A arquitetura, o espaço e o homem estão intimamente relacionados em ligações dinâmicas e complexas, fazendo parte de um processo natural para o homem que possui a capacidade de vivenciar múltiplos ambientes, essa relação entre os seres humanos e os sítios, e vice-versa, é influenciado pelas edificações (CARVALHO, 2016).

Para Bullón (1985), os espaços urbanos são criados e construídos pela ação humana, sendo cada cidade única, pois é a expressão maior da comunidade que ali habita e a arquitetura é a variável que influencia a máxima experiência do usuário que por ali passa. (figura 40).



*Figura 40 - Casa dançante, Frank Gehry - Praga, República Tcheca*

<https://oglobo.globo.com/economia/imoveis/imagem-do-dia-casa-dancante-torta-9882522>

(Último acesso 21/10/2019)

Sendo assim, a arquitetura é essencial na formação da identidade e na memória histórica de uma comunidade, é ainda um testemunho dos modos de viver do indivíduo, daqueles que a conceberam e também daqueles que viveram e trouxeram novos significados para as edificações, muitas dessas construções se tornam monumentos e patrimônios por carregar consigo grande valor intrínseco (figura 41) (TRENTIN, 2005).



*Figura 41 - Mosteiro de Santa Maria da Vitória, Vila de Batalha - Portugal*

<https://www.engenhariaeconstrucao.com/2014/10/caraterizacao-patrimonio-edificado.html>  
(Último acesso 21/10/2019)

Ao terminar as abordagens sobre conceitos e classificações de paisagem, o próximo capítulo abordará a temática do Patrimônio Histórico e Cultural, essenciais para compreender a relevância do cenário escolhido para a realização da imersão virtual.

## **4.PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL**

### **4.1. DEFINIÇÃO**

Segundo a constituição federal (1998), patrimônio é definido como: formas de expressão; os modos de criar; as criações artísticas, científicas e tecnológicas; as obras, objetos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais, além de conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (Art 216, CF 1998).

“O patrimônio cultural representa os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira” (CF 1998, art. 216).

Sendo assim, patrimônio é um símbolo de vivência, que apesar do passar dos tempos permanece importante, uma vez que essa vivência é refletida pelos objetos, monumentos e edificações que compõem a cultura de um determinado grupo social (LOPIS, 2017).



*Figura 42 - Coliseu, Roma - Itália*

<https://portejr.com.br/patrimonio-historico/> (Último acesso 03/11/2019)

O Patrimônio Histórico e Cultural de um povo não é considerado somente um bem em si, é também, o uso, sentido e significado que esse mesmo bem tem para a sociedade e com o ambiente, ou seja, sua relação com o entorno onde está inserido, já que não é apenas algo concreto, mas algo subjetivo que carrega memórias, sentimentos e a cultura de um povo (CHOAY, 2006).

Nas sociedades contemporâneas ocidentais, o patrimônio histórico cultural tem por finalidade a representação simbólica da identidade e a memória de um povo, o despertar da ideia de pertencimento e a preservação e conservação do

espaço, através de suas edificações, monumentos históricos e bens culturais (SILVA, 2000).

## 4.2. PATRIMÔNIO CULTURAL IMATERIAL

Também conhecida como patrimônio intangível, a natureza imaterial está ligada aos saberes, habilidades, crenças e práticas ligadas ao modo de ser das pessoas (figura 43), ela se manifesta através de conhecimentos enraizados ou inserido dentro de uma comunidade (DIANA, 2019)



*Figura 43 - Frevo (PE), bem imaterial brasileiro*

<http://www.futura.org.br/o-futura-e-frevo/> (Último acesso 21/10/2019)

Dentro dessa categoria estão presentes manifestações literárias, musicais, plásticas, cênicas e lúdicas; rituais e festas que marcam a vivência coletiva da religiosidade, do entretenimento e de outras práticas da vida social; além de mercados, feiras, santuários, praças e demais espaços onde se concentram e se reproduzem práticas culturais (figura 44) (MEUSBURGER, 2018).



*Figura 44 - Modo de fazer queijo artesanal em Minas Gerais, Patrimônio Imaterial*

<http://portal.iphan.gov.br/mg/pagina/detalhes/65> (Último acesso 21/10/2019)

Além disso, a cultura imaterial vive em constante modificação e transformação, pois seus elementos são criados coletivamente, isso faz com que o patrimônio intangível seja muito vulnerável, daí surgem programas e projetos que buscam registrar e salvaguardar práticas culturais ancestrais (DIANA, 2019).

Iniciativas como o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial (PNPI), possuem como objetivos, a viabilização de projetos de identificação, reconhecimento, salvaguarda e promoção da cultura imaterial brasileira, elaborando indicadores para acompanhamento e avaliação de ações que visam valorizar o patrimônio intangível, captando recursos e promovendo a formação de redes parceiras (IPHAN, 2014).

Os planos de salvaguarda de bens registrados fazem parte de um desses programas, aqui cita-se como exemplo o registro do ofício das Paneleiras de Goiabeiras, Espírito Santo (figura 45), e a arte gráfica Kusiwa do índios Wajãpi, Amapá (figura 46) (IPHAN, 2014).





*Figura 45 - Ofício das Panelleiras de Goiabeiras*

<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/51> (Último acesso em 01 dez. 2019)



*Figura 46 - Arte gráfica Kusiwa dos índios Wajãpi*

<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/54> (Último acesso em 01 Dez. 2019)

Outro exemplo de projeto do Programa Nacional de Patrimônio Imaterial é o Inventário, Celebrações e Saberes da Cultura popular, que tem como tema central as festividades que envolvem a figura do boi (figura 48) (IPHAN, 2014).



*Figura 47 - Celebrações com bois*

<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/80/> (Último acesso em: 01 Dez. 2019)



*Figura 48 - Usos culinários da mandioca*

<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/75> (Último acesso em: 01 dez. 2019)

### **4.3. PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL**

Segundo a Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, que aconteceu em Paris em 1972, o patrimônio cultural material abrange: os monumentos, sendo obras arquitetônicas, esculturas e pinturas monumentais, estruturas arqueológicas, inscrições, elementos com valor universal, histórico, artístico ou científico; os conjuntos, podendo ser grupos de construções isoladas ou reunidas, com grande valor arquitetônico; e também os locais de interesse, obras humanas e obras conjugadas do homem e da natureza e zonas de interesse arqueológico com valores étnicos, etnológicos e antropológicos (CONVENÇÃO PARA PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO MUNDIAL ,CULTURAL E NATURAL, 1972).

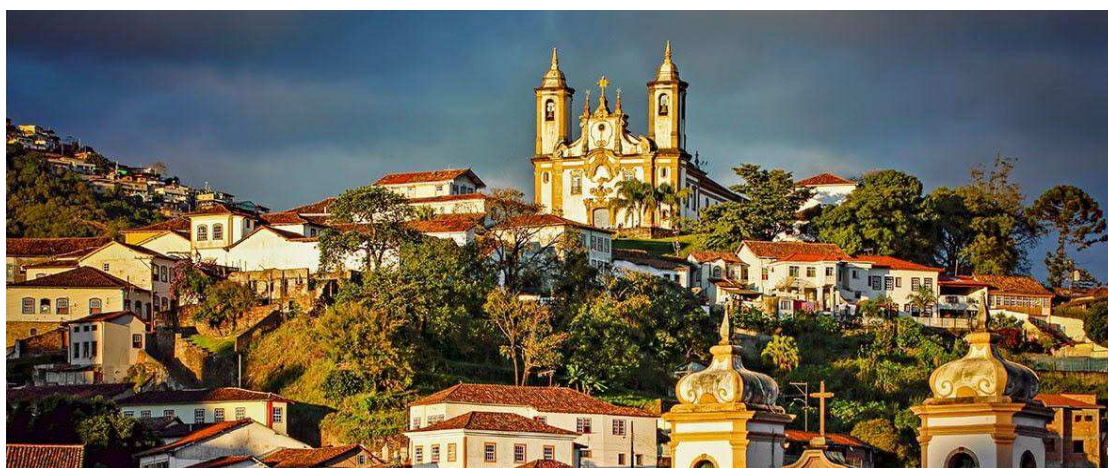
Ou seja, a cultura material está relacionada aos elementos concretos e palpáveis, elementos que foram criados ao longo do tempo e representam a história e identidade de um povo, como sítios arqueológicos, paisagísticos, acervos museológicos, fotográficos, arquivísticos, cinematográficos e documentos (figura 49), podendo ser transportadas e reunidas em acervos e coleções, e bens materiais

imóveis (figura 50), estruturas fixas, representando os centros históricos e sítios históricos (MEUSBURGER, 2018).



*Figura 49 - Cerâmica coletada do Forte de Nossa Senhora da Luz, Lisboa - Portugal*

<https://www.cascais.pt/node/8229> (Último acesso 21/10/2019)

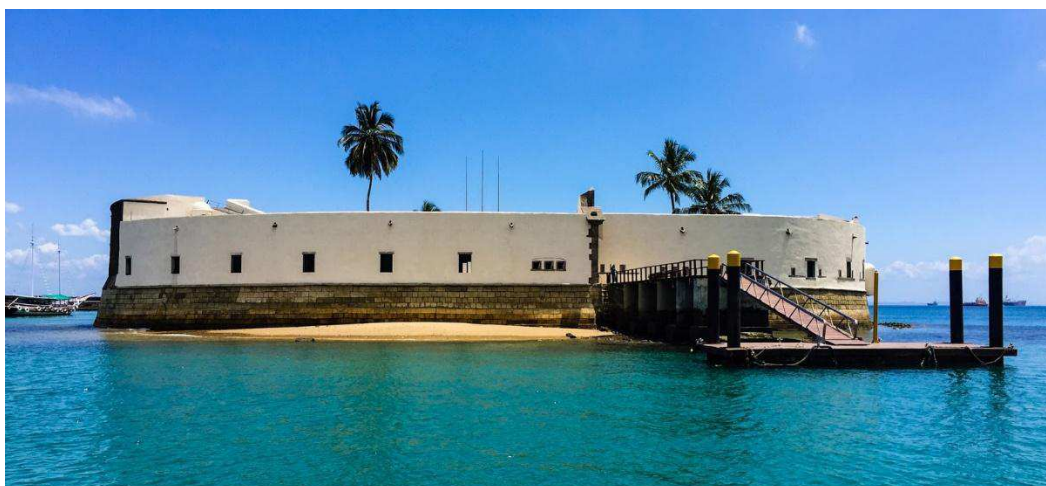


*Figura 50 - Centro histórico de Ouro Preto - MG*

<https://www.bancorbras.com.br/institucional/blog/posts/ouro-preto-a-cidade-mais-turistica-de-minas-gerais/> (Último acesso 21/10/2019)

#### 4.4. PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL IMÓVEL

Também conhecida como Patrimônio cultural edificado, seu significado vai além de edificações, ele está relacionado ao sentimento de pertencimento, às memórias individuais e coletivas da comunidade que o usufrui (figura 51), passando de geração em geração, como forma de herança que liga o passado ao futuro (SANTOS, 2014).



*Figura 51 - Forte de São Marcelo, Salvador - BA*

<http://www.ipatrimonio.org/?p=19537#!/map=38329&loc=-12.969987000000032,-38.51788899999999,17> (Último acesso 21/10/2019)

Segundo Chiarotti (2005), patrimônio edificado é definido como um bem cultural produzido por um determinado povo, nação ou civilização, que se exprime no concreto o testemunho sedimentado e acumulado dos modos de vida do homem, não só daqueles que a conceberam, mas todos os que, ao longo do tempo, lhe conferiram novos usos e significados (CHIAROTTI, 2005).Dentre vários exemplos de Patrimônio Cultural edificado pelo Brasil , cita-se o Convento das Mercês, construído em 1654 em São Luís do Maranhão (figura 52), que servia antiga à Ordem dos mercedários e atualmente abriga a Fundação da Memória Republicana Brasileira, com grandes acervos documentais, bibliotecas, pinacotecas e museu (SECTUR).



*Figura 52 - Convento das Mercês, São Luís - MA*

<http://www.sectur.ma.gov.br/convento-das-mercês/#.XZ87RUZKiUI> (Último acesso 21/10/2019)

O Patrimônio Cultural edificado é em suma, a materialização da memória do espaço, pois as formas construídas denunciam a passagem do tempo através de suas arquiteturas específicas que se destacam do restante da cidade (CHIAROTTI, 2005).

“Os prédios são objetos sociais e como tais estão carregados de valores e sentidos próprios de cada sociedade. No entanto, não são um simples reflexo passivo desta, pelo contrário, são participantes ativos na formação das pessoas. Dito de outra forma, a arquitetura denota uma ideologia, e possui a particularidade de transformá-la em ‘real’ (material), para desta forma transmitir seus valores e significados por meio de um discurso material. Assim, se considerarmos que os prédios são formas de comunicação não-verbal, então estes podem ser lidos” (ZARANKIN, 2002, p.39).

#### **4.5. PATRIMÔNIO CULTURAL DA HUMANIDADE**

Após a Segunda Grande Guerra, o processo de destruição e descaso com o patrimônio gerou grande comoção e alerta, era preciso pensar em uma nova concepção para preservação e valorização dos bens culturais, como solução, foi realizada a Conferência geral das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura, em Paris, no ano de 1972, onde foi debatida a preservação e a conservação do

patrimônio cultural, como uma questão universal (CONVENÇÃO PARA PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO MUNDIAL ,CULTURAL E NATURAL, 1972).

Observando-se que o patrimônio cultural e o patrimônio natural estavam cada vez mais ameaçados pela destruição, causadas na maior parte das vezes pela evolução da vida social e econômica, essa convenção referente à proteção do patrimônio mundial, cultural e natural se constituiu como iniciativa notória de preservação (CONVENÇÃO PARA PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO MUNDIAL ,CULTURAL E NATURAL, 1972).

Alguns anos após a Conferência, cidades de todo o mundo começaram a solicitar o certificado da UNESCO de Patrimônio Cultural da Humanidade, o processo se deu de forma lenta, já que nem todos os bens poderiam receber tal atribuição pois nem todos os sítios atendiam a um ou mais critérios definidos nas diretrizes operacionais, um anexo técnico da Convenção (CONVENÇÃO PARA PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO MUNDIAL ,CULTURAL E NATURAL, 1972).

Concedido pela UNESCO, o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, objeto de desejo de muitos gestores, é atribuído a construções físicas pelo homem, como monumentos, edifícios e trechos urbanos; e ambientes naturais sem interferência humana, que carregam consigo valores paisagísticos, históricos, estéticos, arqueológicos, antropológicos ou científicos. O título transforma a configuração simbólica do espaço, pois a comunidade é orientada a encará-lo de maneira diferente (SILVA, 2013).

A obtenção do título apresenta-se como atestado de excelência, enaltecendo a autenticidade e importância desses espaços, exaltando suas belezas regionais, seu legado material (figura 53) e imaterial (figura 54), para que sejam mais divulgados, além de se estabelecerem com um diferencial social e político em relação às outras cidades contemporâneas (SILVA, 2013).



*Figura 53 - Conjunto arquitetônico de São Luís - Patrimônio cultural da humanidade*

<https://imirante.com/oestadoma/noticias/2016/07/20/sao-luis-e-um-dos-11-locais-considerados-patrimonio-cultural-da-humanidade/> (Último acesso em: 01 Dez. 2019)



*Figura 54 - Tambor de Crioula, São Luís - MA*



<https://oimparcial.com.br/noticias/2017/09/dia-municipal-do-tambor-de-crioula-e-celebrado-com-programacao/> (Último acesso 21/10/2019)

Após compreender-se o que é Patrimônio Histórico e Cultural, o próximo capítulo tratará de um desses sítios históricos tombados devido ao seu valor cultural e por isso também, eleito nesse trabalho para a prática da imersão virtual. Trata-se do Centro Histórico de São Luís, especificamente da Rua da Estrela.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1. CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS DO MARANHÃO**

Parte da cidade de São Luís do Maranhão está inscrita como patrimônio cultural da humanidade, a cidade possui um dos maiores conjuntos de arquitetura civil de origem europeia, são mais de 3500 construções inseridas em 250 hectares (figura 55), além disso é a única inscrita na lista de Patrimônio Mundial baseada em três categorias distintas (ANDRÉS, 1998).



*Figura 55 - Acervo arquitetônico colonial, São Luís - MA*

<https://www.viagensecaminhos.com/2016/11/sao-luis-do-maranhao-quando-ir-onde-ficar-o-que-fazer.html> (Último acesso 21/10/2019)

As categorias citadas incluem-se na Convenção do Patrimônio Mundial, são elas:

“III - Testemunho excepcional de tradição cultural”; “IV - Exemplo destacado de conjunto arquitetônico e paisagem que ilustra um momento significativo de história da humanidade”; e “V - Exemplo importante de um assentamento humano tradicional que é também representativo de uma cultura e de uma época” (LOPES, 2008)

Esses elementos que renderam o título de Patrimônio da Humanidade para São Luís, reconhecida pela ONU/UNESCO como grande marco cultural para a humanidade, através da arquitetura das edificações e monumentos históricos, e suas manifestações culturais, lhe conferindo uma identidade singular e benefícios econômicos e sociais para o desenvolvimento da cidade (ANDRÉS, 1998).

Em seus 250 hectares, o centro histórico da cidade se divide em um núcleo primitivo do século XVII e espaços urbanos nas adjacências do século XVIII, XIX e XX (figura 56), desenvolvendo-se a partir de dois planos distintos: a cidade alta e a cidade baixa, na primeira situa-se a maior parte do acervo arquitetônico colonial e na segunda, o anel viário, resultado de inúmeros aterros (ANDRÉS, 1998).

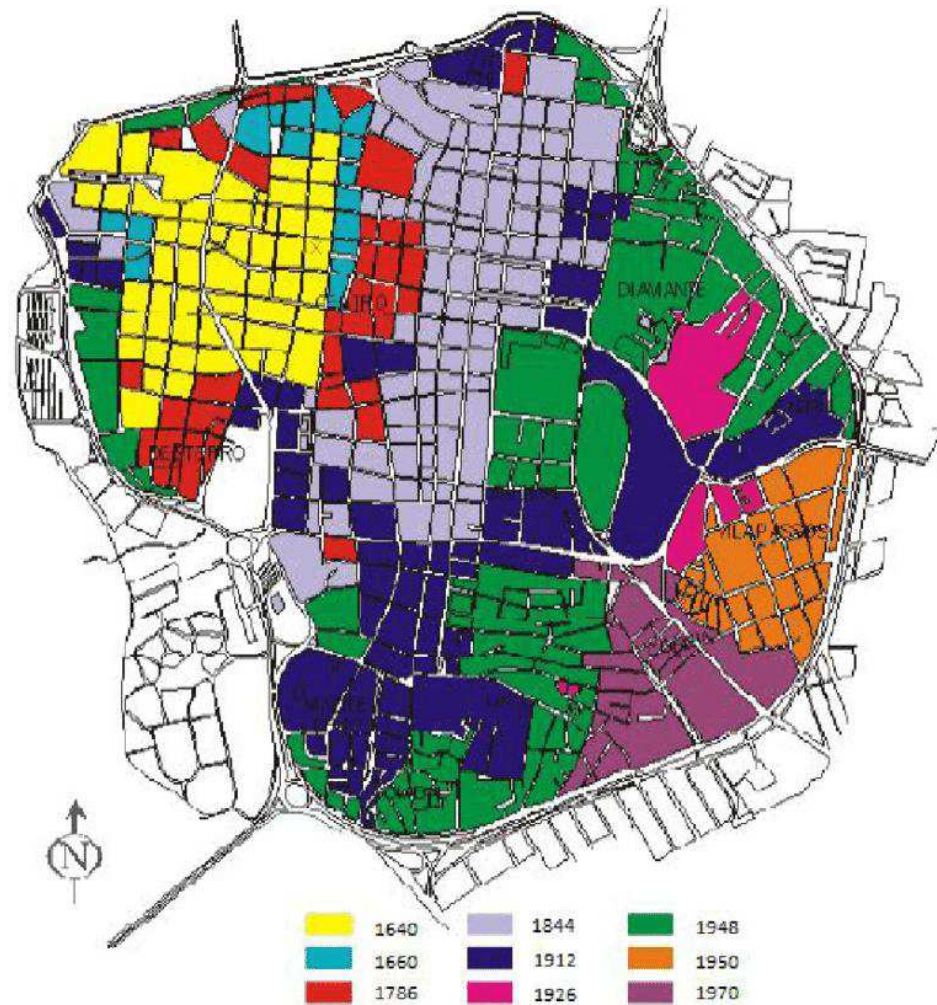


Figura 56 - Evolução/Expansão do Centro histórico de São Luís - MA

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Evolucao-Expansao-do-Centro-Historico-de-Sao-Luis-1640-1970-sobre-base\\_fig2\\_325213098](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Evolucao-Expansao-do-Centro-Historico-de-Sao-Luis-1640-1970-sobre-base_fig2_325213098) (Último acesso 21/10/2019)

Os perímetros de tombamento federal e mundial foram delimitados (figura 57), usando como princípio norteador, a ampliação do conceito de patrimônio cultural, indo além de edificações e construções históricas, esse princípio engloba a comunidade, ou seja, conjuntos e sítios urbanos como bens possuidores de valores coletivos e referências culturais para os habitantes da região.

is de proteção cultural no centro antigo de São Luís.  
ARIES IN THE HISTORIC CENTRE OF SÃO LUÍS DESIGNATED FOR CULTURAL PROTECTION.

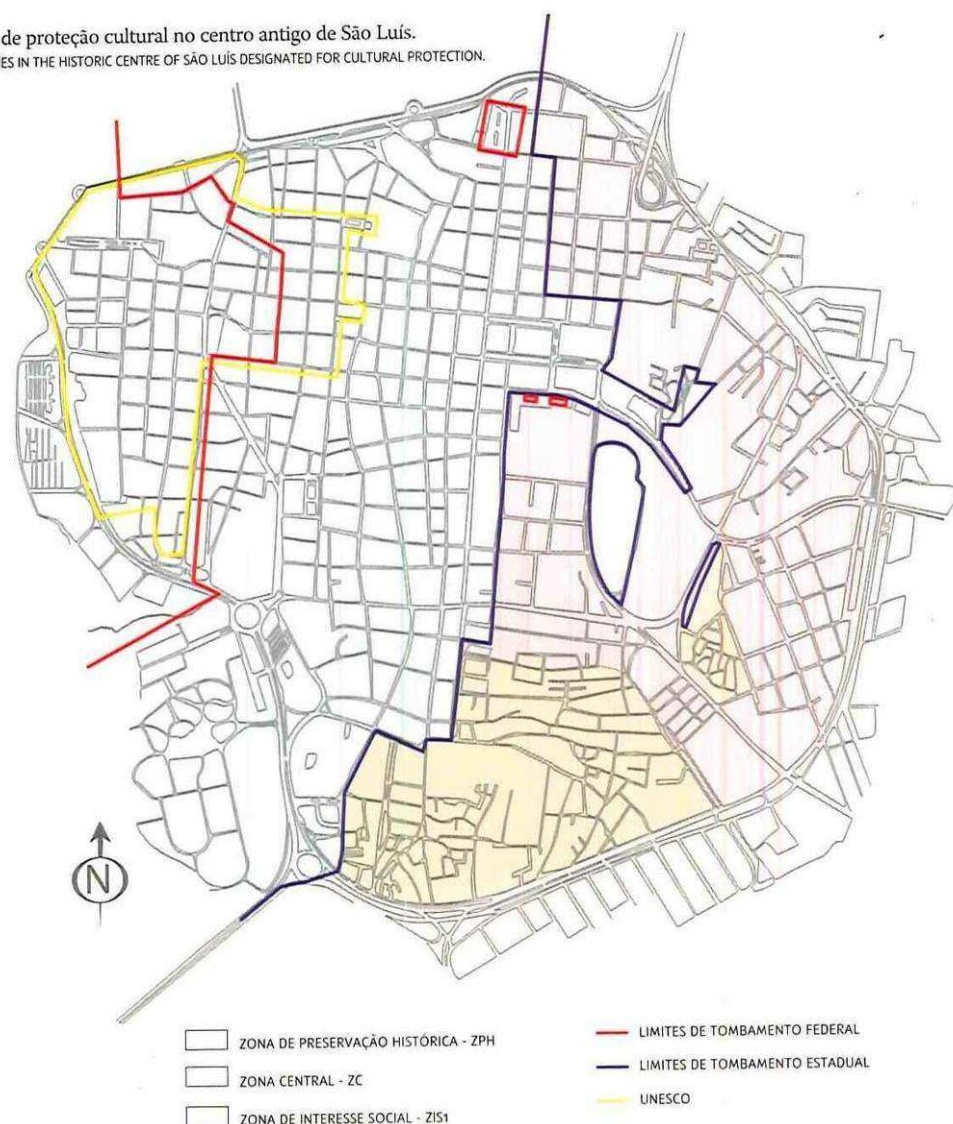


Figura 57 - Delimitações de tombamentos no centro histórico de São Luís, MA

<https://docplayer.com.br/71955899-Universidade-federal-do-maranhao-centro-de-ciencias-sociais-programa-de-pos-graduacao-em-politicas-publicas.html> (Último acesso 21/10/2019)

Os tombamentos em São Luís, foram acontecendo em etapas, começando pela escolha de algumas edificações, formando pequenos conjuntos até atingir proporções maiores como conhecemos hoje (ANDRÉS, 1998):

“Num primeiro momento, tombaram-se monumentos isolados: o prédio da Academia Maranhense de Letras, o Sobrado da Avenida D. Pedro II nº 199 e a Fonte do Ribeirão. Posteriormente os conjuntos arquitetônicos e Paisagísticos do Largo do Desterro, Praça Benedito Leite, Praça João Lisboa, e finalmente o Conjunto Arquitetônico e Paisagístico da Cidade de São Luís na forma como se apresenta hoje” (ANDRÉS, 1998).

## 5.2. RUA 28 DE JULHO (RUA DO GIZ)

Compreendida entre a Rua Nazaré, onde se encontra a praça Benedito Leite, e o Largo das Mercês, a Rua do Giz, como é popularmente conhecida, refere-se ao fato de ter sido tomada por argila branca escorregadia, no qual servia de grande armadilha para os transeuntes. Já seu nome atual se refere à data 28 de julho de 1823 que foi um grande marco na história do Estado, pois confere a adesão do Maranhão à Independência do Império do Brasil, sendo a rua batizada com tal marco. (LIMA, 2002).

Rua de grandiosos e monumentais sobrados de quatro andares, muitos com três ordens de balcões em ferro forjado e mísulas em pedra de cantaria (FILHO, 1971). A rua já abrigou a sede de grandes bancos, como o Banco Comercial do Maranhão em 1846, o Banco do Maranhão em 1858, outro Banco Comercial em 1869, o Banco Hipotecário e Comercial do Maranhão em 1887 (LIMA, 2002).

No período de declínio, a rua foi o berço e o ponto de encontro dos boêmios da cidade no século XX, na rua funcionavam os principais bares, cabarés e prostíbulos da zona, como Maroca, Zilda Preta, Zilda Magra, Micaela e Sonho Azul (figura 58) (REIS, 2010).

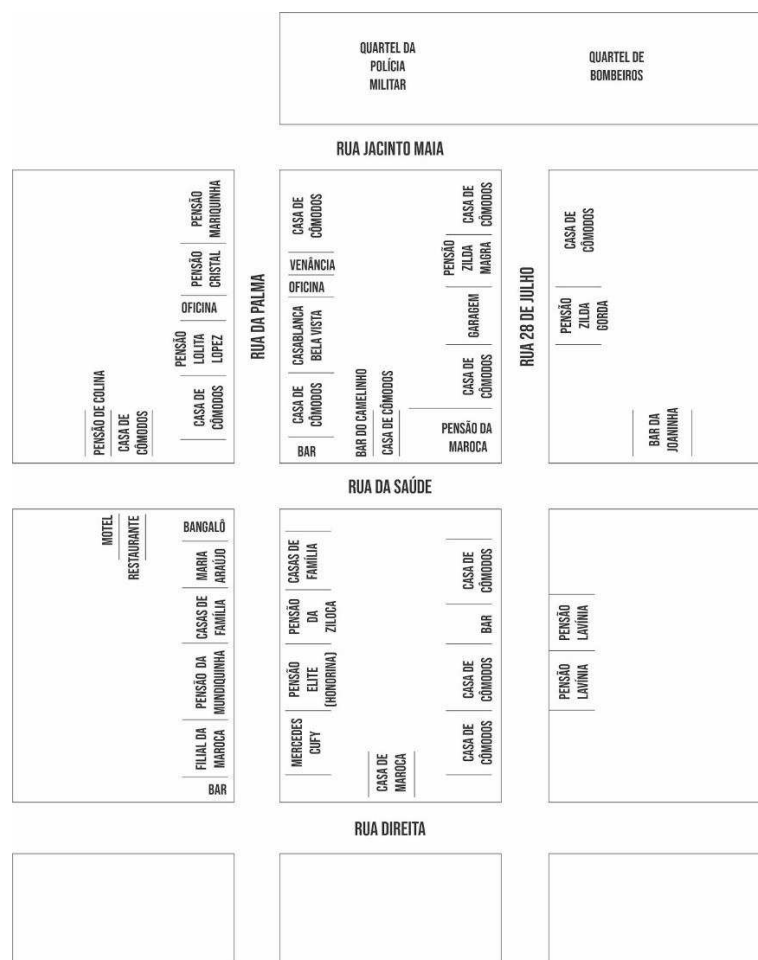


Figura 58 - Localização da área de funcionamento da ZBM

Fonte: ZBM: O Reino encantado da Boemia

### 5.3. CRIAÇÃO DE IMERSÃO INTERATIVA NA RUA DO GIZ

Para a criação de um espaço virtual onde será aplicado tecnologia de realidade virtual, é necessário o entendimento de todas as etapas do processo, para que o resultado tenha o máximo de otimização possível, dividiu-se essa construção em: modelagem, texturização, exportação e integração à ferramenta de realidade virtual. Essas recomendações são importantes, pois todo processo de renderização é feito em tempo real.

### 5.3.1. MODELAGEM 3D

A modelagem e representação da arquitetura de forma tridimensional favorece uma melhor compreensão dos elementos arquitetônicos presentes no projeto. Um edifício, uma casa, um ambiente virtual proporciona ao arquiteto ou projetista uma melhor visão do todo e não visões fragmentadas do desenho arquitetônico, o que agiliza o entendimento e a elaboração do projeto (PINHEIRO, 2013).

O modelo virtual da Rua do Giz foi elaborado levando-se em conta as representações de profundidade, largura e altura, assim foi possível desenvolver trabalhar com animações, aplicação de diversos tipos de materiais, criação e cálculo de iluminação no ambiente, tanto natural, como artificial, entre outras possibilidades.

Existem inúmeros softwares de modelamento 3D, podemos listar o Autodesk 3D max, Maya, Blender, porém na arquitetura, o Sketchup é um software de CAD 3D bem conhecido no cenário internacional, uma ferramenta muito utilizada dentro de escritórios de arquitetura, pois possui uma interface amigável, ágil e eficiente, dessa forma, para desenvolvimento da modelagem foi utilizado o Sketchup (PINHEIRO, 2013).

A figura abaixo demonstra o modelamento 3D de casarões históricos presentes na Rua 28 de Julho (popularmente conhecida com Rua do Giz) no centro histórico da cidade de São Luís (figura 59).

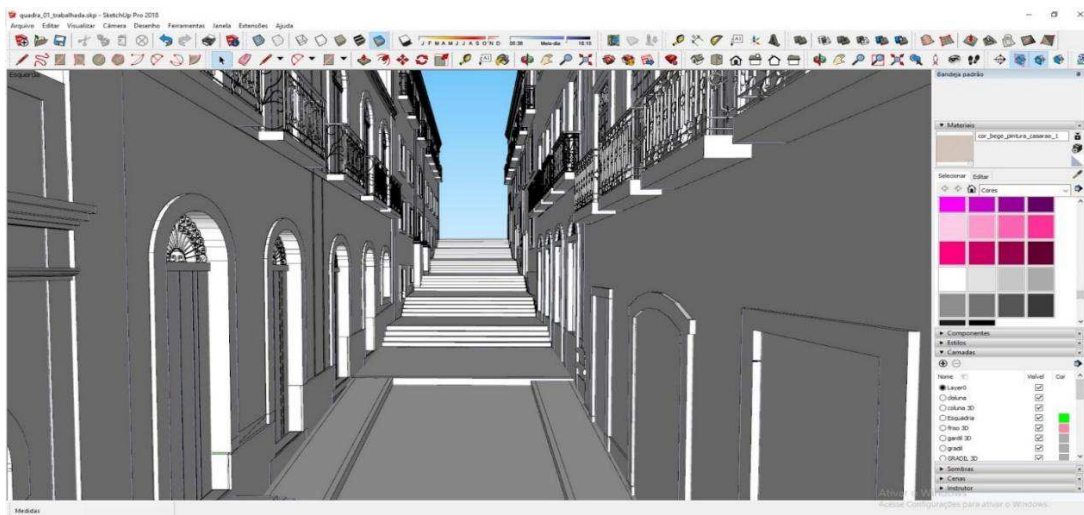


Figura 59 - Modelagem 3D da Rua do Giz

Fonte: trabalho autoral, 2019

### 5.3.2. TEXTURIZAÇÃO E MAPEAMENTO 3D

A maior parte das superfícies que estamos acostumados a ver, não são 100% planas e não possuem cores uniformes, existem diferenças de cor e relevo, para representar o máximo possível de detalhes da Rua do Giz utilizou-se do mapeamento de textura que consiste em transformar materiais em imagens bidimensionais para poderem ser aplicadas como texturas em objetos tridimensionais (figura 60), simulando assim, as diferenças de cores, de sombras e de relevo (CÔRREA, 2004).



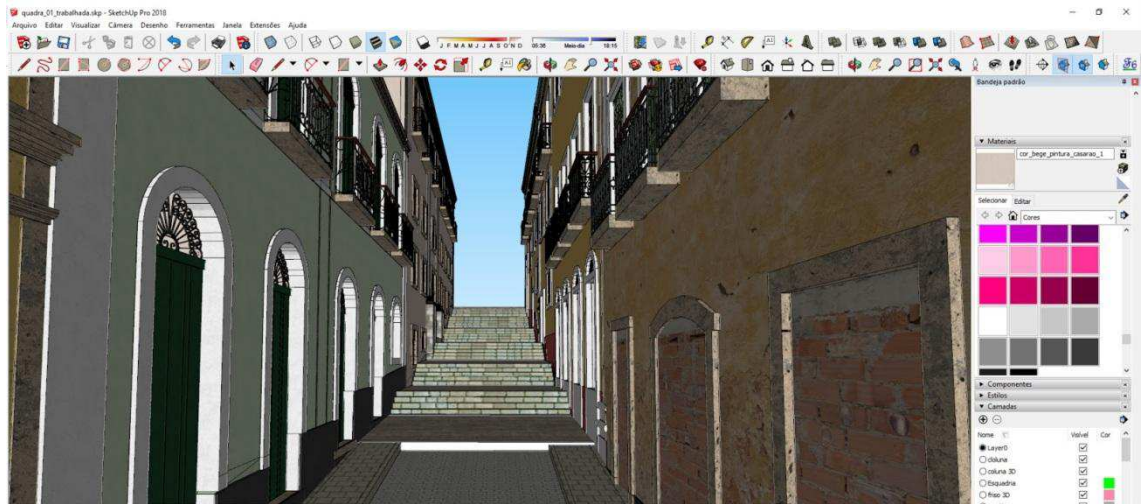


Figura 60 - Texturização do Modelo 3D

Fonte: trabalho autoral, 2019

As texturas foram criadas e melhoradas em softwares próprios para edição de imagens, por exemplo o adobe photoshop, e em plataformas como o NormalMap-Online (figura 61), site criado para criação de mapas de textura, a partir do carregamento de imagens. Foi possível, a partir dessas opções, a criação de texturas específicas para iluminação, relevo e transparência.

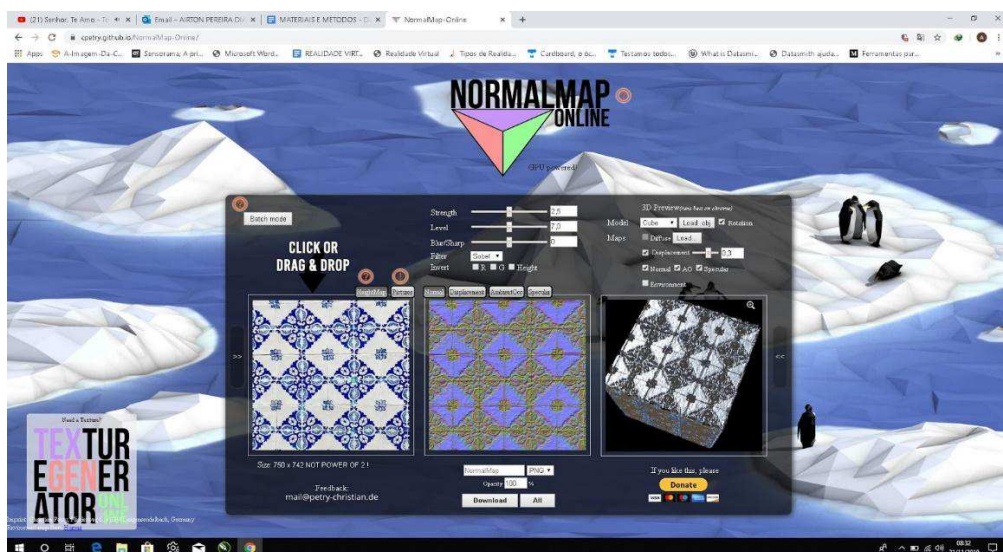


Figura 61 -Plataforma NormalMap Online

<https://cpetry.github.io/NormalMap-Online/> (último acesso: 10 Dez. 2019)

Um mesmo modelo 3D pode ter diversos mapeamentos de textura específicos diferentes, porém para construir a Rua do Giz foi essencial a criação de um mapa para carregar as informações de iluminação e sombras, o lightmap, foi através dele que o software de realidade virtual fez os cálculos de aplicação e renderização em tempo real. Foi também necessário, para otimização e melhor desempenho que todas as texturas aplicadas no projeto possuíssem valores, em pixels, em potência de 2: 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, etc (CÔRREA, 2004).

### 5.3.3. SALVAMENTO E EXPORTAÇÃO

Depois de todas as texturas aplicadas, foi necessária a exportação do modelo 3D para sua integração ao software de realidade virtual, desse modo, fez-se uso do Unreal Engine 4, um dos motores de jogos mais potentes do mercado, que traz consigo, desde 2017, a ferramenta Datasmith que é um conjunto de ferramentas e plugins que importa cenas e ativos de softwares de modelamento 3D de maneira ágil e eficiente (figura 62), essa ferramenta acelerou o process de integração, já que a adaptação entre esses softwares geralmente gera conflitos na revisão de materiais, texturas e outros detalhes do projeto (BRITO, 2017).

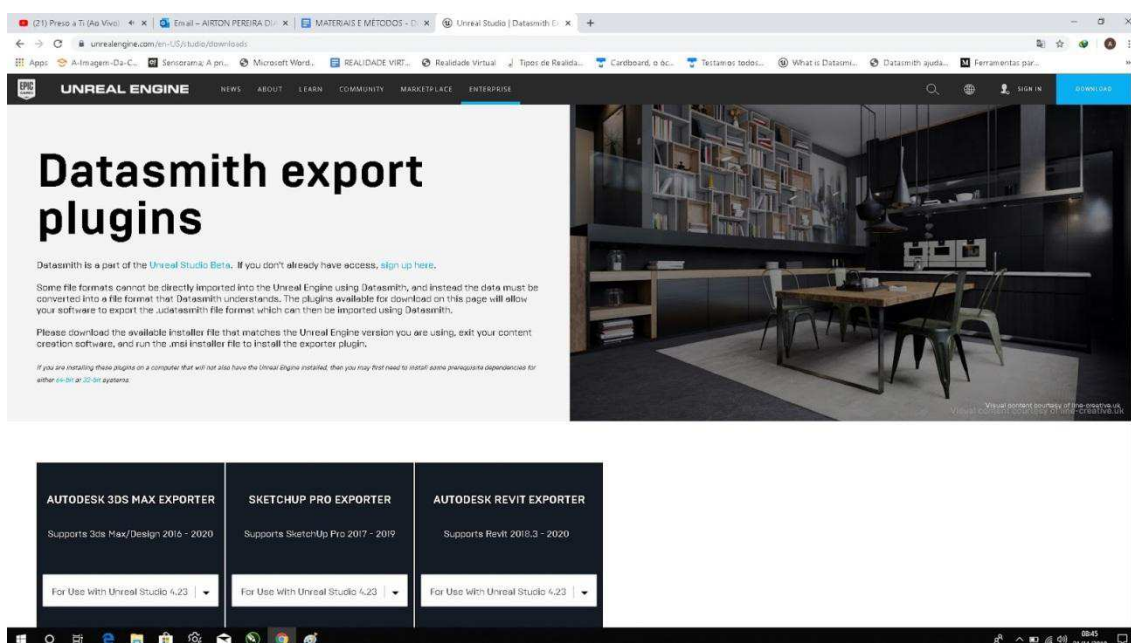


Figura 62 - Datasmith para Sketchup

<https://www.unrealengine.com/en-US/studio/downloads> (último acesso: 10 Dez. 2019)

Alguns cuidados, antes da exportação, foram tomados, como a correção do pivot (figura 63), eixo central do objeto tridimensional que permite sua rotação, escalonamento e movimento, este foi posicionado nas coordenadas (0,0,0) do ambiente virtual (ENGINE, 2014).

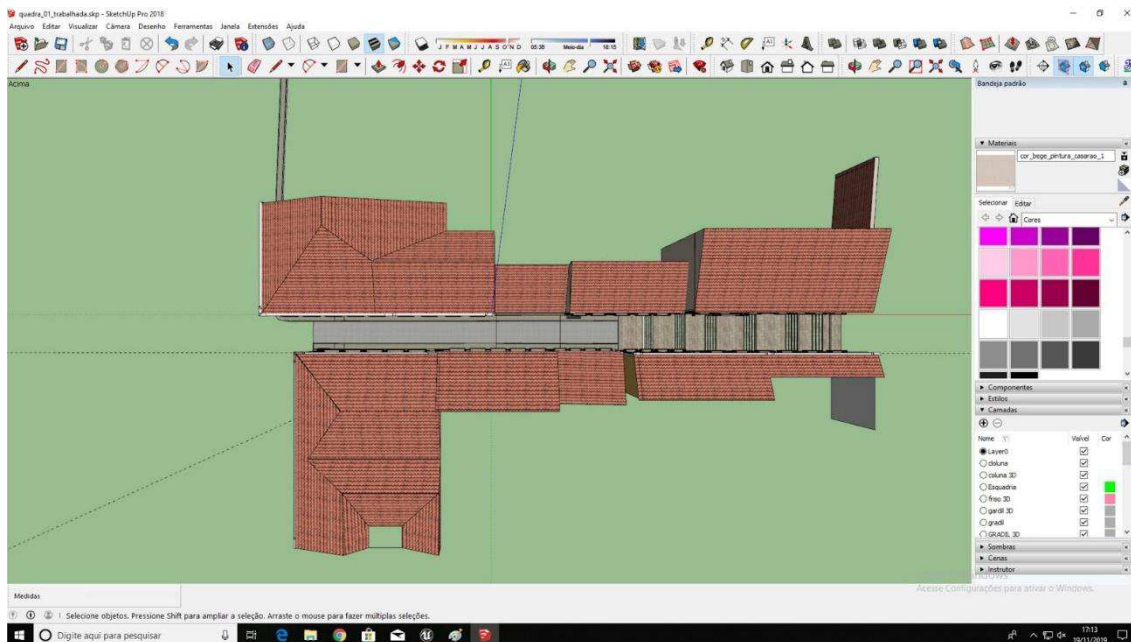


Figura 63 - Correção de pivot do modelo 3D

Fonte: trabalho autoral, 2019

Foi necessário também a conversão dos polígonos ou faces presentes nos modelos tridimensionais em triângulos, esse processo otimizou o processamento do computador e fez com que ele trabalhasse de forma mais rápida e eficiente no carregamento dos elementos do projeto (ENGINE, 2014).

Outro cuidado tomado foram com os grupos criados no Sketchup, ficou-se atento aos elementos do ambiente virtual, e separou-se por grupos cada conjunto de componentes que faziam parte de um mesmo objeto, por exemplo: agrupou-se todas as faces de uma parede em um único grupo chamado “parede”, agrupou-se todas as faces de um móvel, como uma cadeira (assento, pernas, braços, encosto) em um único grupo denominado “cadeira” (figura 64) (GEIS, 2018).

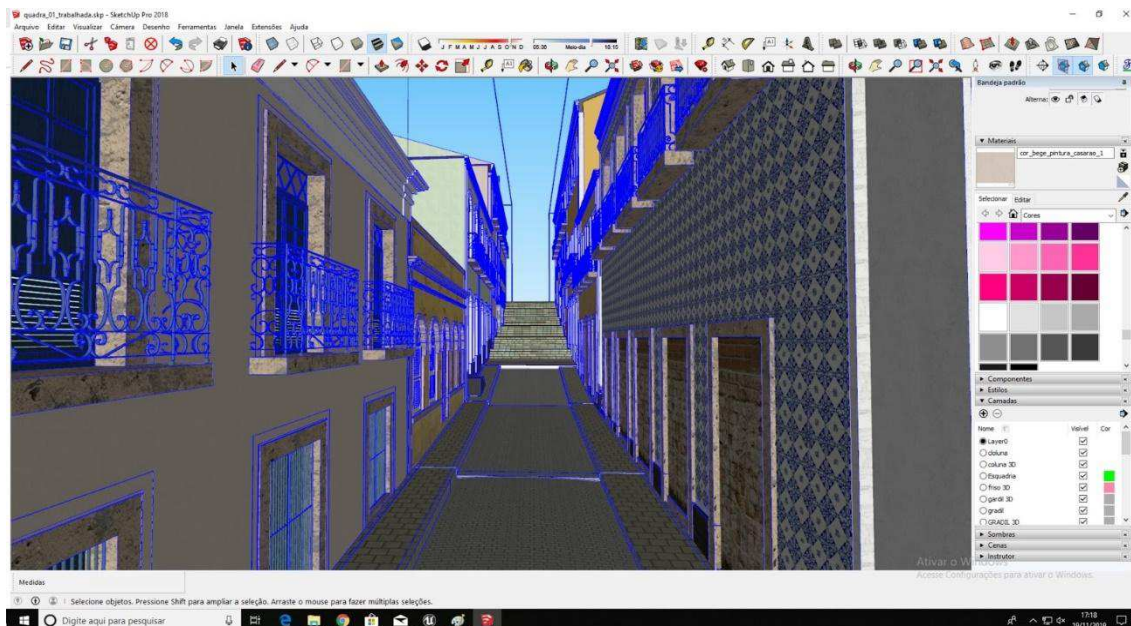


Figura 64 - Agrupamentos de casarões, ruas e calçadas

Fonte: trabalho autoral, 2019

Quando criamos ou trabalhamos com algum polígono no sketchup, este possui duas faces, uma face interna, visualizada com uma coloração cinza, e uma face externa, com uma coloração branca, antes da exportação do modelo foi necessário que todos os elementos estivessem com suas faces externas voltadas para o observador, para uma melhor aplicação de texturas e materiais isso ocorre porque o Unreal interpreta as faces internas como transparentes (figura 65) (ENGINE, 2014).

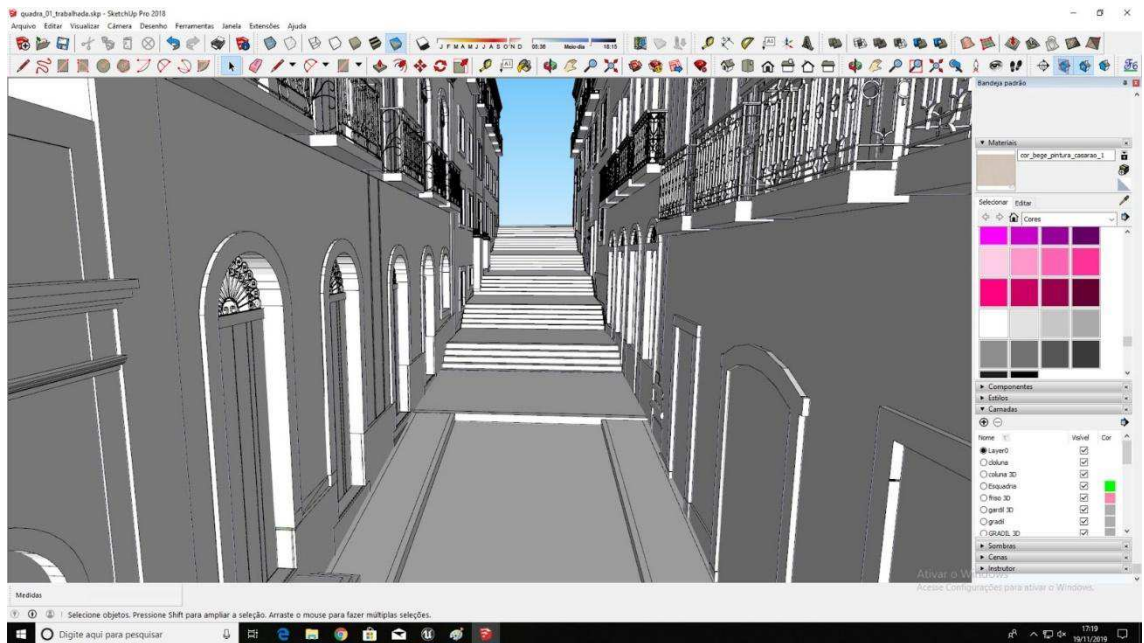


Figura 65 - Faces externas voltadas para o usuário

Fonte: trabalho autoral, 2019

Após a instalação do plugin do Datasmith para Sketchup, o modelo 3D foi exportado no formato “. udatasimith”, pronto para adaptação ao Unreal Engine 4 (ENGINE, 2014).

#### 5.3.4. INTEGRAÇÃO COM A UNREAL

Existem inúmeras opções de ferramentas para criação de imersão e interação utilizando a realidade virtual no mercado, como: Unity 3D, CryEngine, Amazon Lumberyard e Unreal Engine. Todos estes são motores de jogos de grande potência acessíveis para integração com a realidade virtual, contudo a construção da Rua Giz escolheu-se o Unreal Engine 4 (figura 66) por possuir alguns diferenciais em relação aos seus concorrentes, um deles é que nos últimos anos, tornou-se mais fácil e prático a integração da engine aos softwares mais populares usados por profissionais de arquitetura (OGUSKO, 2018).

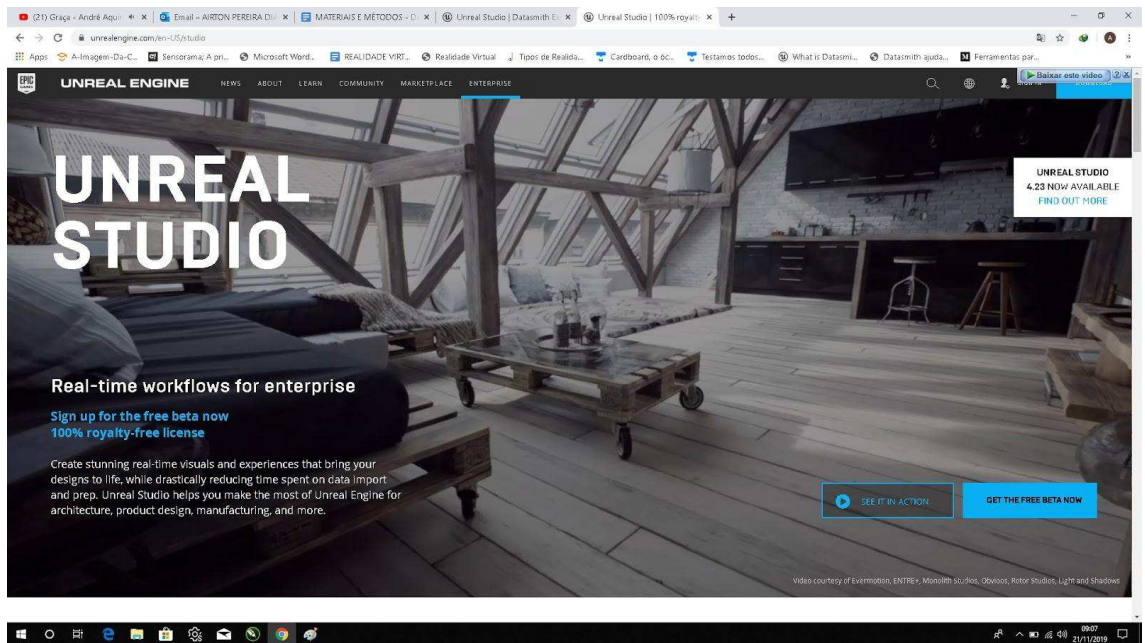


Figura 66 - Site do Unreal Studio

<https://www.unrealengine.com/en-US/features> (último acesso: 10 Dez. 2019)

A Engine foi criada por desenvolvedores de jogos com o propósito de atender os artistas, já que grande parte dos seus concorrentes pensam apenas em facilitação da tecnologia para programadores, por isso ela apresenta uma interface intuitiva, fácil e de rápido aprendizado. A programação é versátil, desenvolvida através de conexões com blocos lógicos, totalmente visual, conhecida como “blueprint” (figura 67), ela permite que profissionais, que não são da área de programação ou não possuem conhecimento na área, possam criar interatividades complexas (ENGINE,2016).

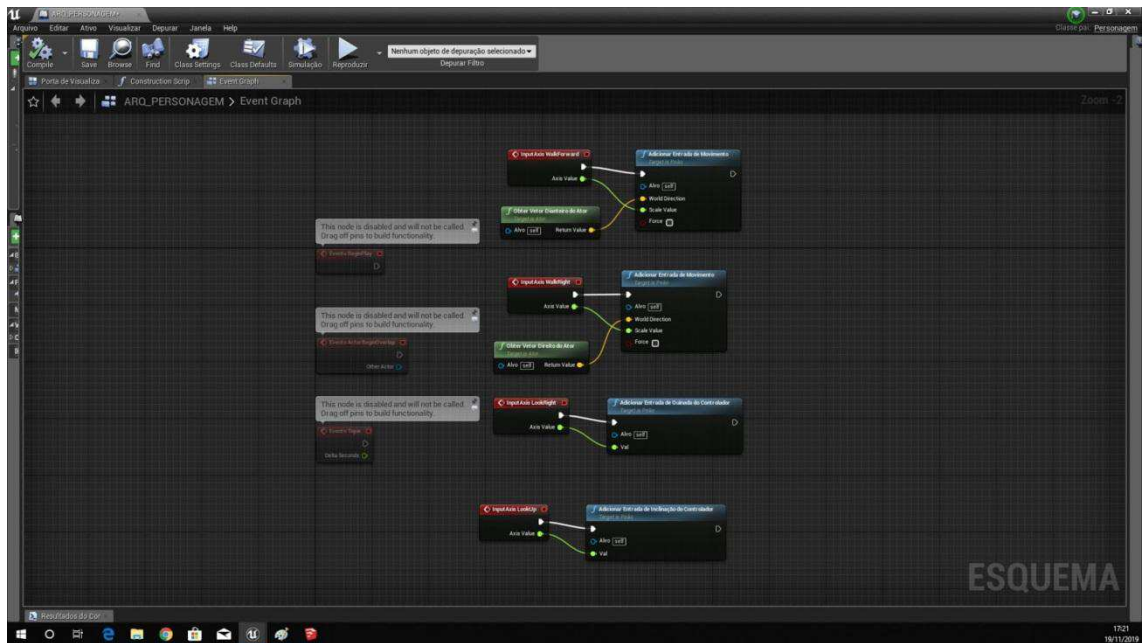


Figura 67 - Programação visual através de blueprints

Fonte: trabalho autoral, 2019

A importação de modelos 3D aconteceu através do plugin Datasmith, que foi instalado na engine, após selecionar-se o arquivo importado, foi possível escolher a pasta de destino, o conteúdo a ser importado (geometria, materiais, iluminação e animação) e a resolução do mapa de luz ou lightmap (figura 68) (ENGINE, 2014).

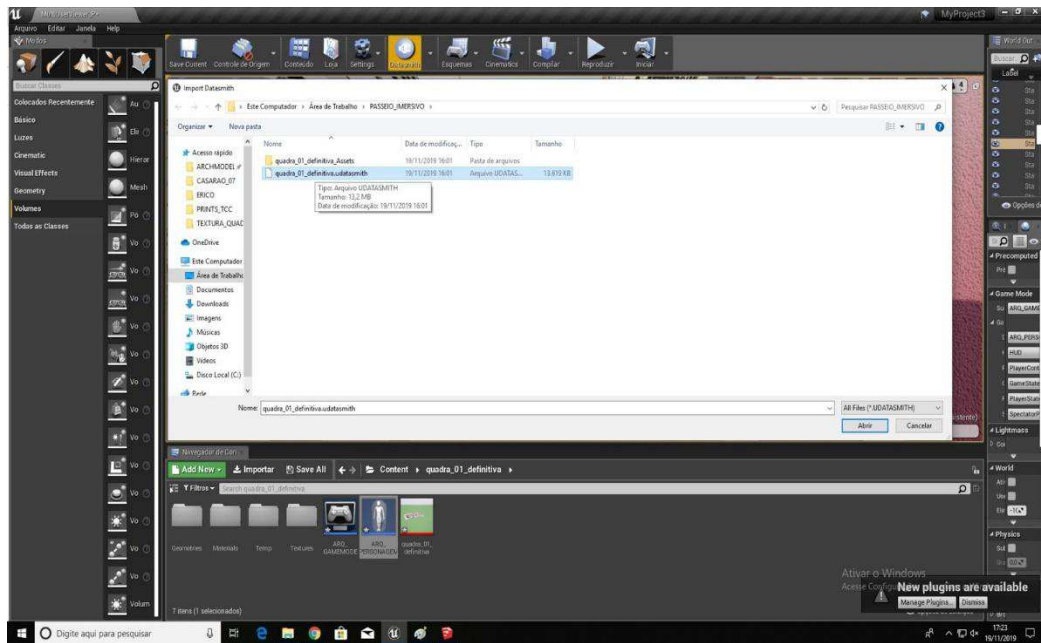


Figura 68 - Importação de modelo 3D

Fonte: trabalho autoral, 2019

A organização dos diretórios, através de pastas foi de extrema importância, fazendo a separação correta dos ativos e componentes do modelo 3D em texturas, animações, geometrias, materiais, grupos, iluminação, sons, cenário, etc (figura 69), o processo foi agilizado e tornou-se mais prático o seu desenvolvimento.



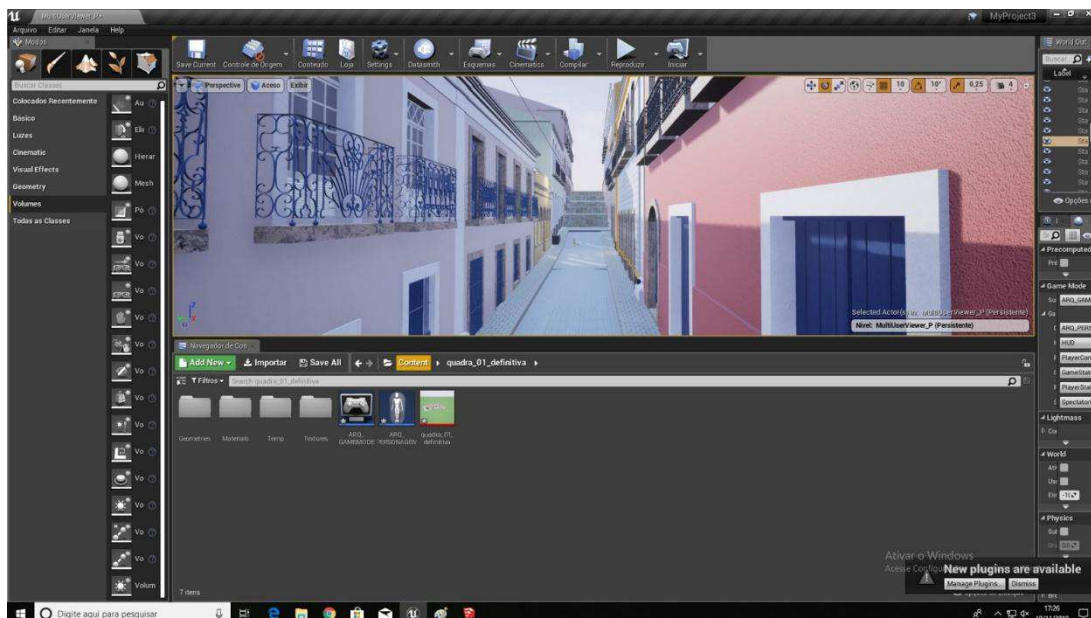


Figura 69 - Organização de pastas no Content Browser

Fonte: DIAS, 2019

### 5.3.5. ILUMINAÇÃO

Os arquivos do Unreal, por padrão, iniciam com dois tipos de iluminação, são eles: “directional light” (figura 70) e “skylight” (figura 71) que são responsáveis por simular a luz natural no ambiente virtual, o primeiro através da iluminação solar, a luz direta e o segundo por meio da iluminação atmosférica, a luz indireta (MANNING, 2019). Foi possível a simulação da luz, com o máximo de aproximação ao ambiente real por meio da configuração de parâmetros presentes, como potência, cor, temperatura, frequência, dentre outros.

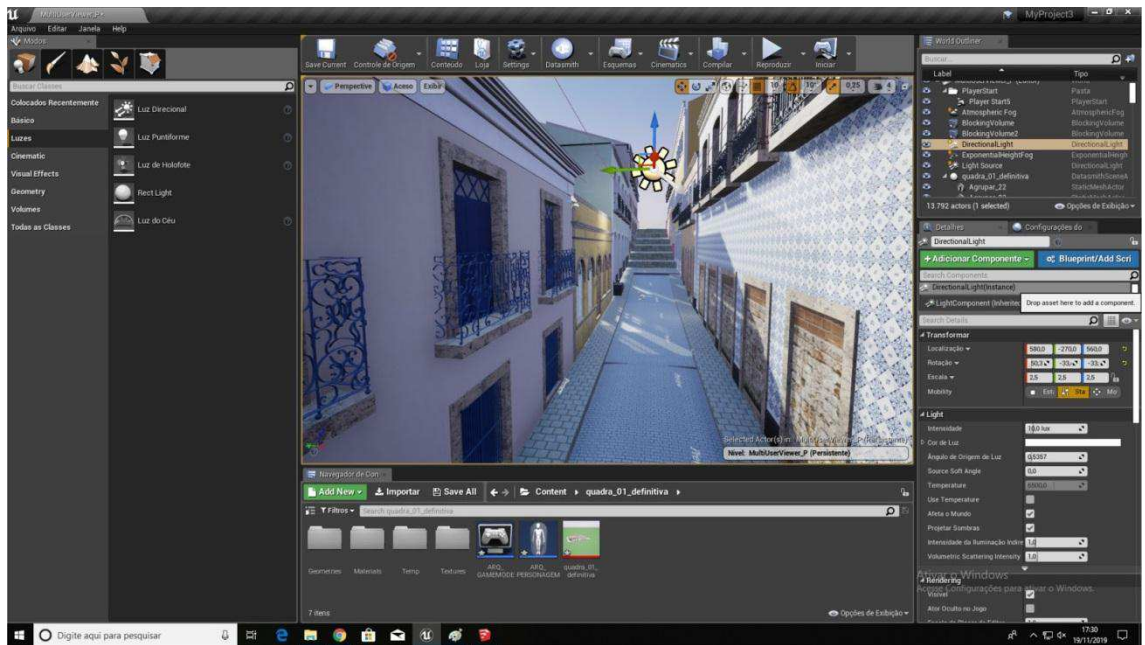


Figura 70 - Parâmetros do componente directional light

Fonte: trabalho autoral, 2019

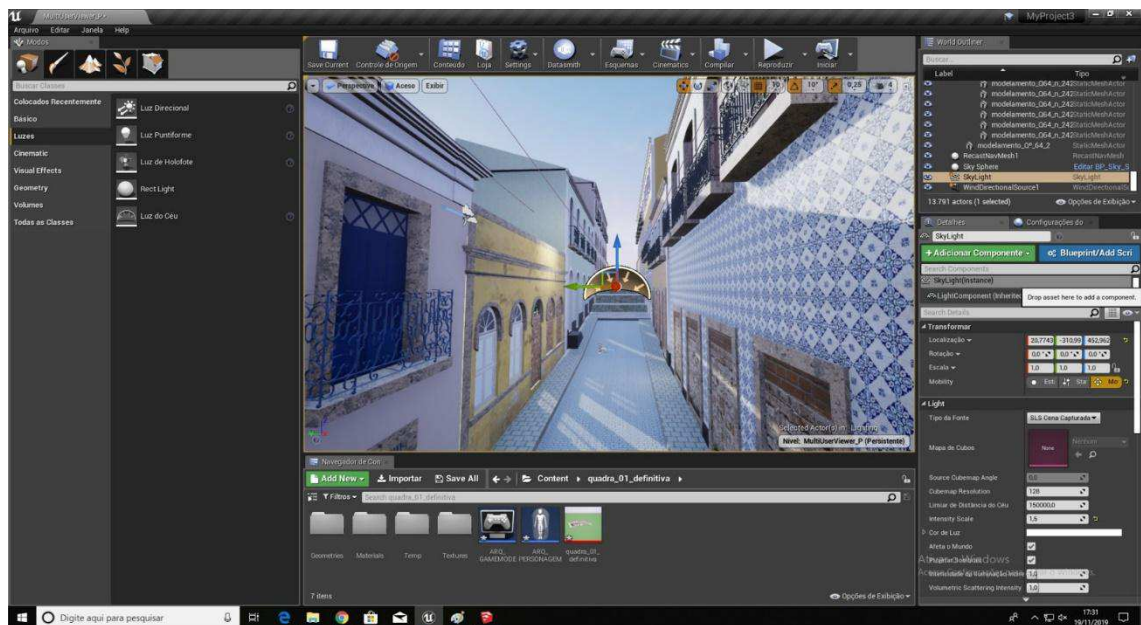


Figura 71 - Parâmetros do componente sky light

Fonte: trabalho autoral, 2019

Além desses componentes de luz, foram usadas as luzes artificiais para a criação da sensação de iluminação pública e luzes de reforço, como: “point light”, “spot light” e “react light”, cada uma foi usada para momentos distintos, a “point light” (figura 72) por ser puntiforme foi utilizada quando foi preciso uma simulação de luz propagada de forma esférica, a “spot light” (figura 73) foi usada para spots, já que é puntiforme e cônica ao mesmo tempo e por último a “react light” (figura 74) foi usada para fazer simulação de luz emitida na forma retangular.

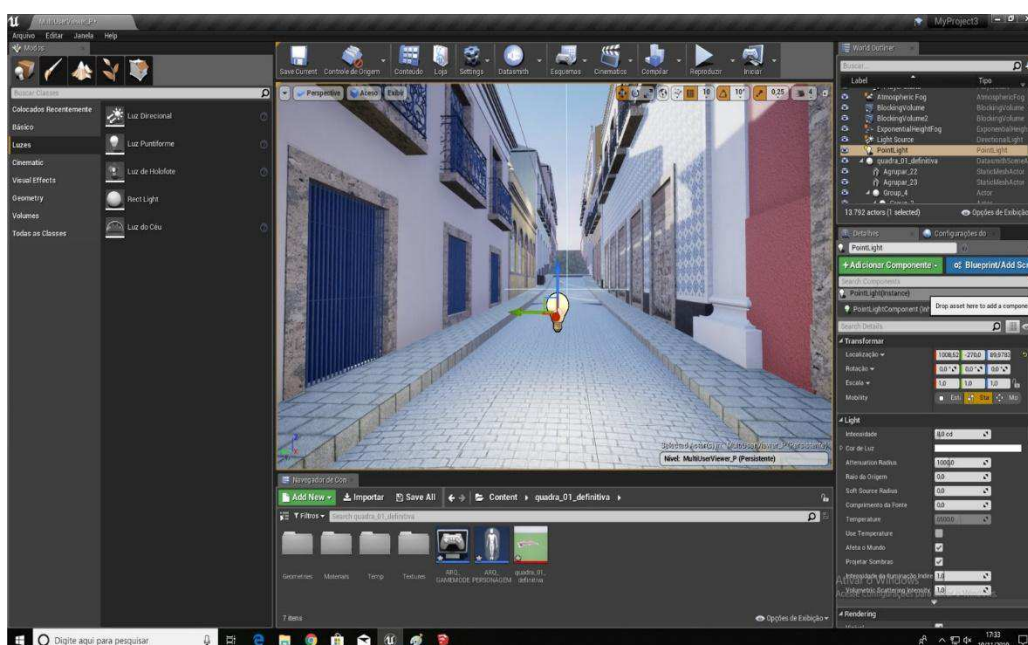


Figura 72 - Parâmetros do componente Point light

Fonte: trabalho autoral, 2019

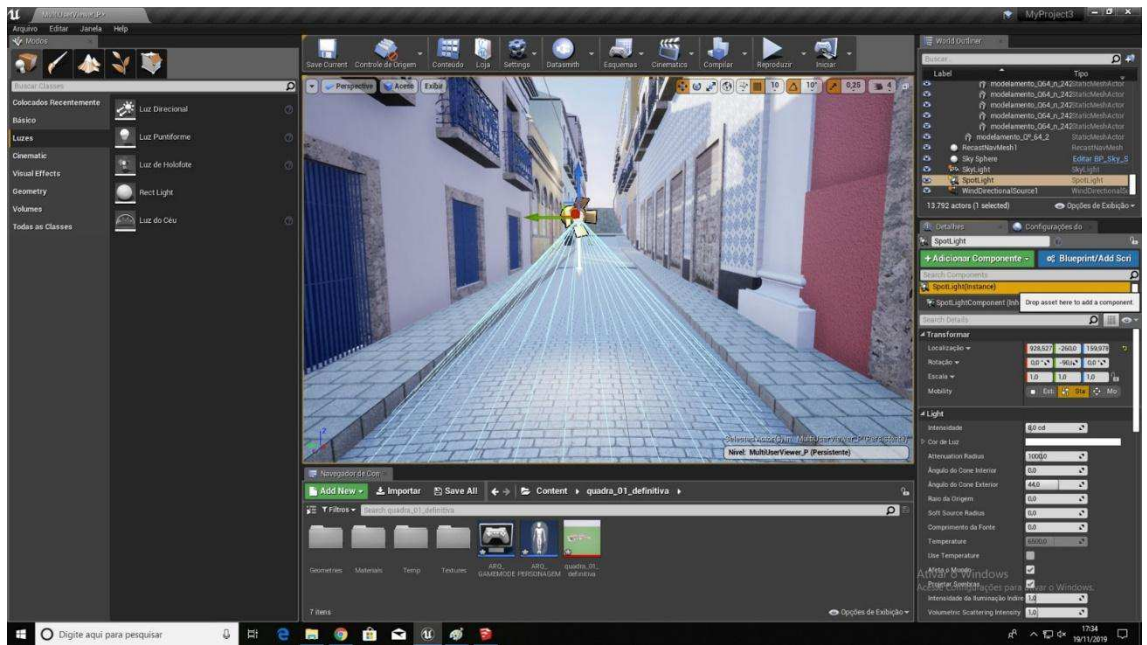


Figura 73 - Parâmetros do componente Spot light

Fonte: trabalho autoral, 2019

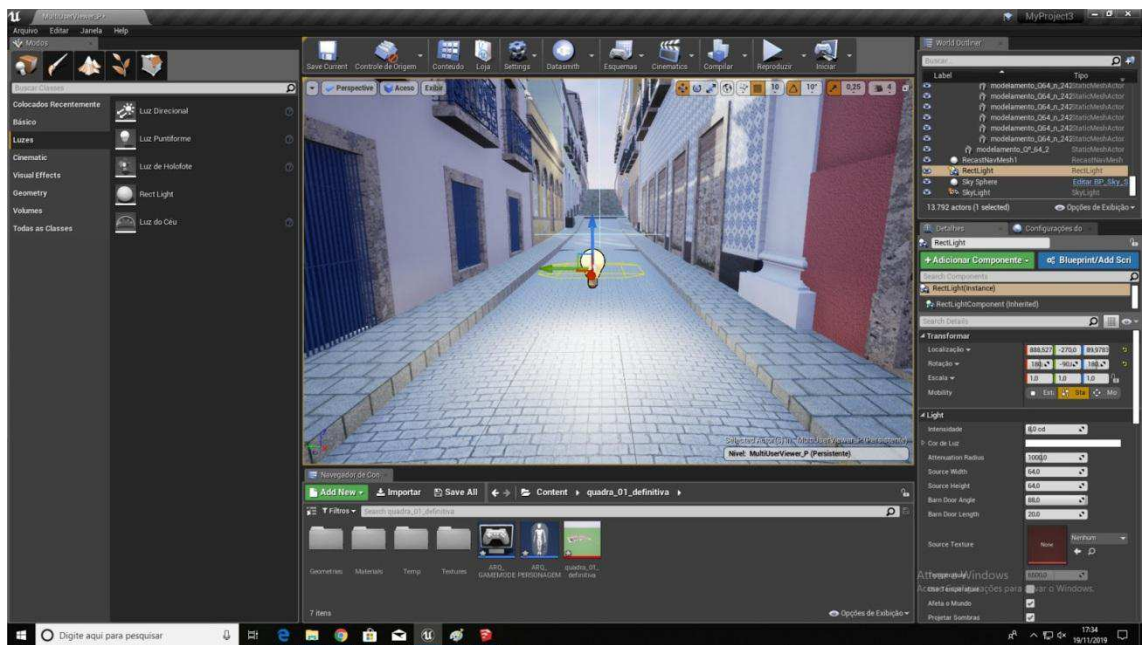


Figura 74 - Parâmetros do componente Rect light

Fonte: trabalho autoral, 2019

Depois de adicionados os estilos de luzes, naturais e artificiais, que foram usados no ambiente virtual, foram definidos em três os comportamentos dessa luz em relação aos objetos inseridos no ambiente: estática (figura 75), estacionária (figura 76) e a móvel (figura 77), as duas primeiras possuíam auto rebatimento da luz, isto é, as ondas eletromagnéticas que incidiam sobre um objeto voltava para o ambiente, iluminando-o indiretamente. A principal diferença existente entre as mobilidades estáticas e estacionárias, é que a segunda gerou sombras suaves e sinuosas, enquanto a primeira gerou sombras *pixeladas* e inertes. Já a mobilidade móvel, não possuía auto rebatimento, as sombras geradas eram pretas, os ambientes ficaram escuros e necessitaram de luzes de reforço para melhorar a visualização.

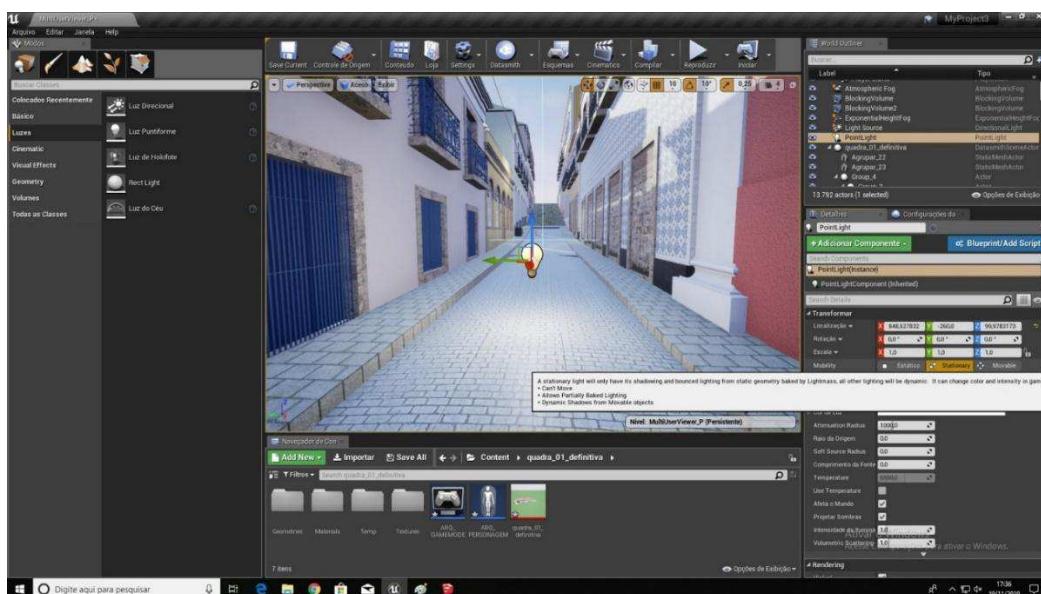


Figura 75 - Mobilidade estática da luz

Fonte: trabalho autoral, 2019

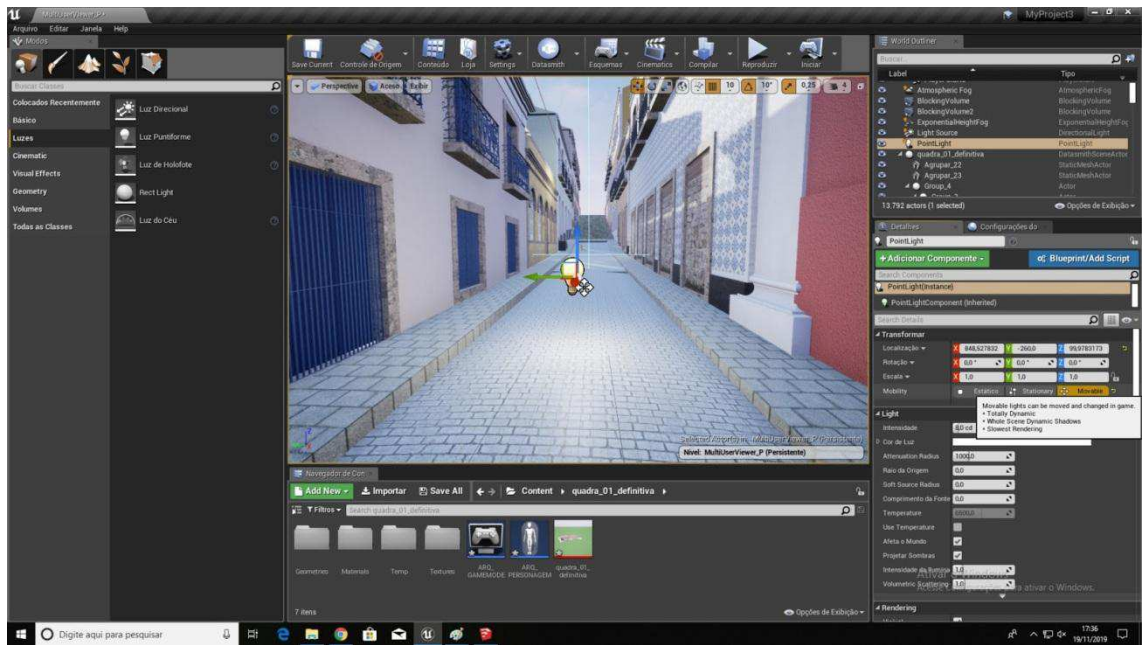


Figura 76 - Mobilidade estacionária da luz

Fonte: trabalho autoral, 2019

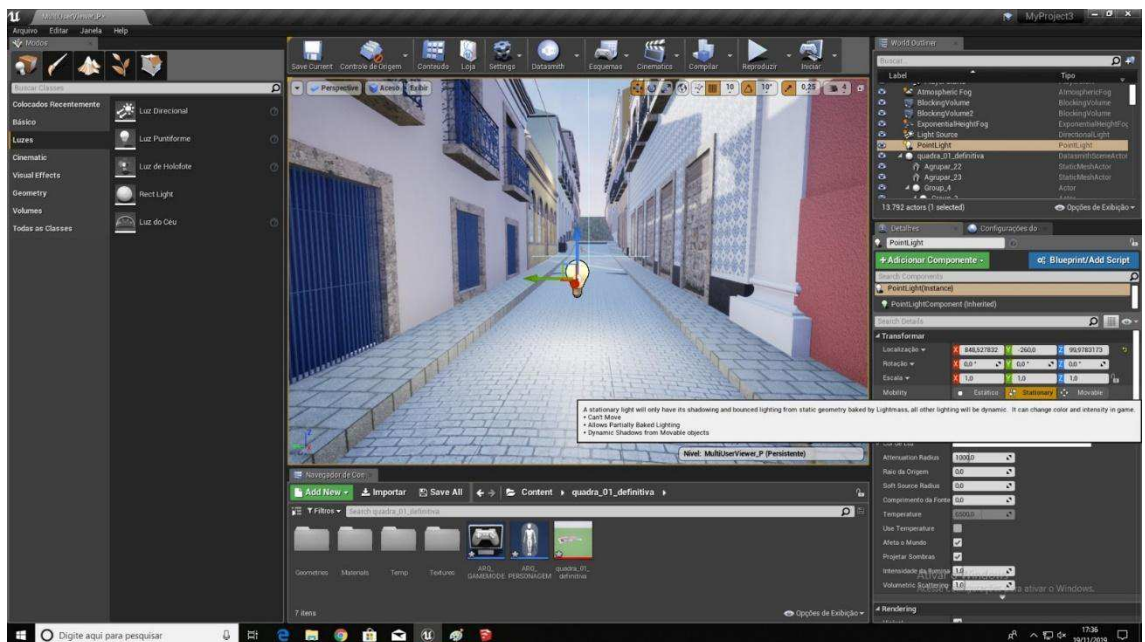


Figura 77 - Mobilidade móvel da luz

Fonte: trabalho autoral, 2019

O arquivo do projeto foi separado por níveis, estes níveis são as janelas de criação e desenvolvimento do programa, eles possuíam grandes extensões nos três eixos de coordenadas x, y e z (figura 78) (WADSTEIN, 2015). O Unreal, naturalmente, distribuiu a luz por toda a área, isso porque o “lightmass” gerou fótons proporcionais às dimensões do nível, porém os projetos ou elementos que foram importados, ocuparam uma pequena parcela de toda a área de trabalho, a partir disso surgiu a necessidade do uso do “lightmass importance volume” (figura 79), que serviu para delimitar a área do modelo tridimensional importado, fazendo com que apenas o que está dentro desse volume recebesse luz indireta detalhada, maximizando o tempo de renderização e compilação e tendo resultados melhores em relação à iluminação (WADSTEIN, 2015).

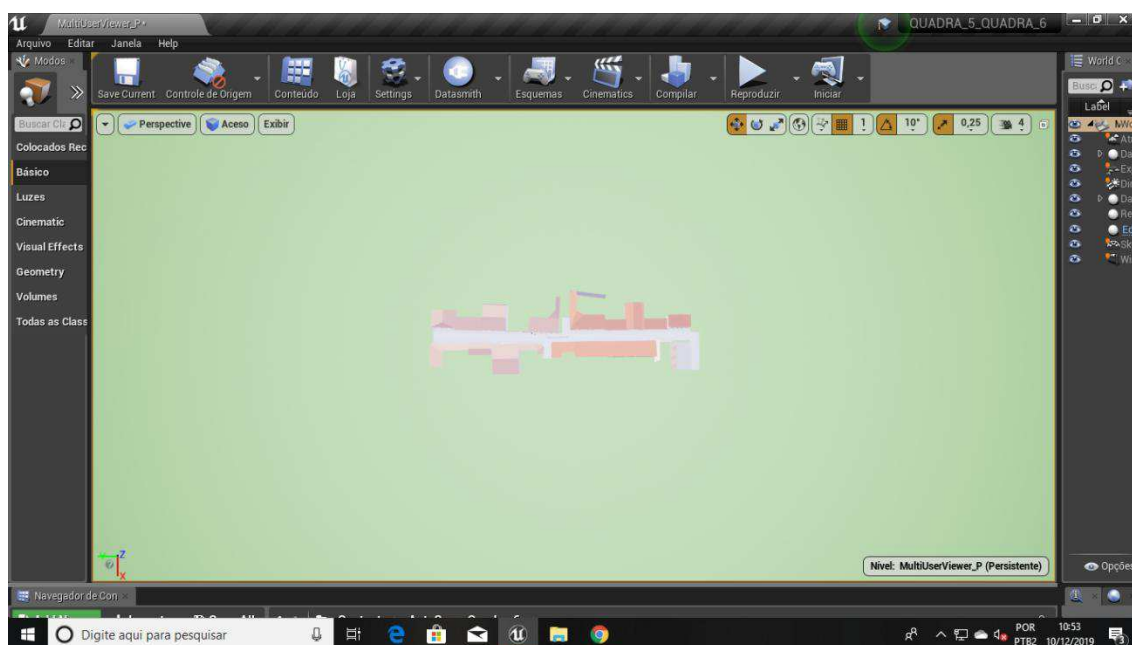


Figura 78 - Extensão da janela de trabalho do nível

Fonte: trabalho autoral, 2019

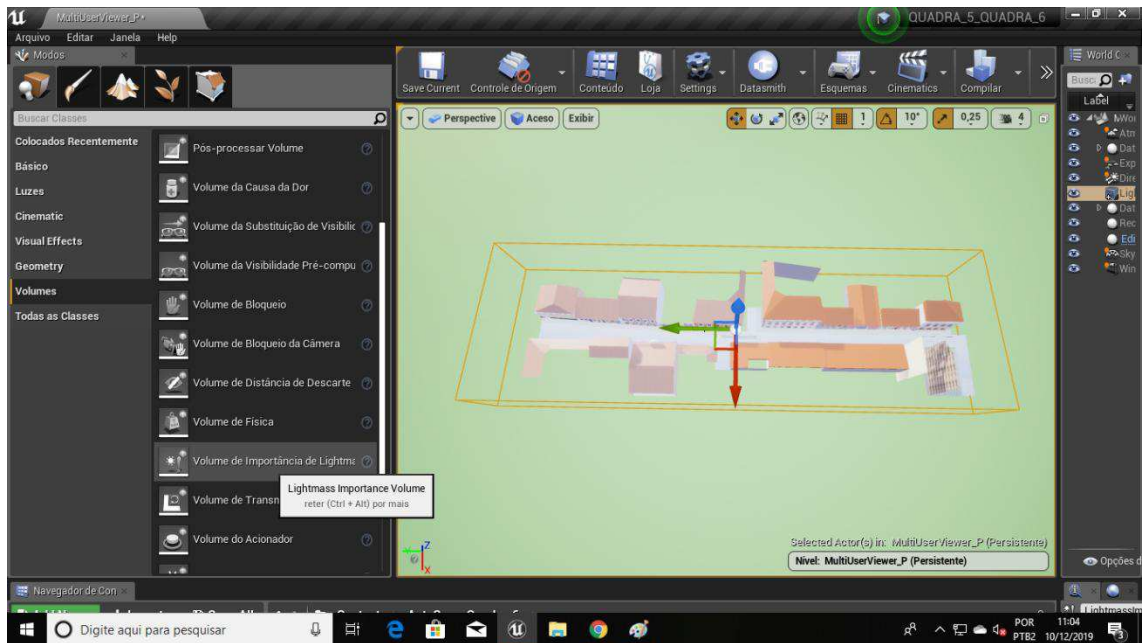


Figura 79 - Lightmass Importance Volume

Fonte: DIAS, 2019

Os cálculos de iluminação e sombreamento foram feitos previamente em um processo denominado “build”, eles são armazenados em texturas que inseridas nos modelos dão a sensação de estarem iluminadas, esses modelos quando movidos, rotacionados ou escalonados precisavam de um novo “build” para que as novas alterações pudessem ser salvas e armazenadas (figura 80) (BACK, 2017).



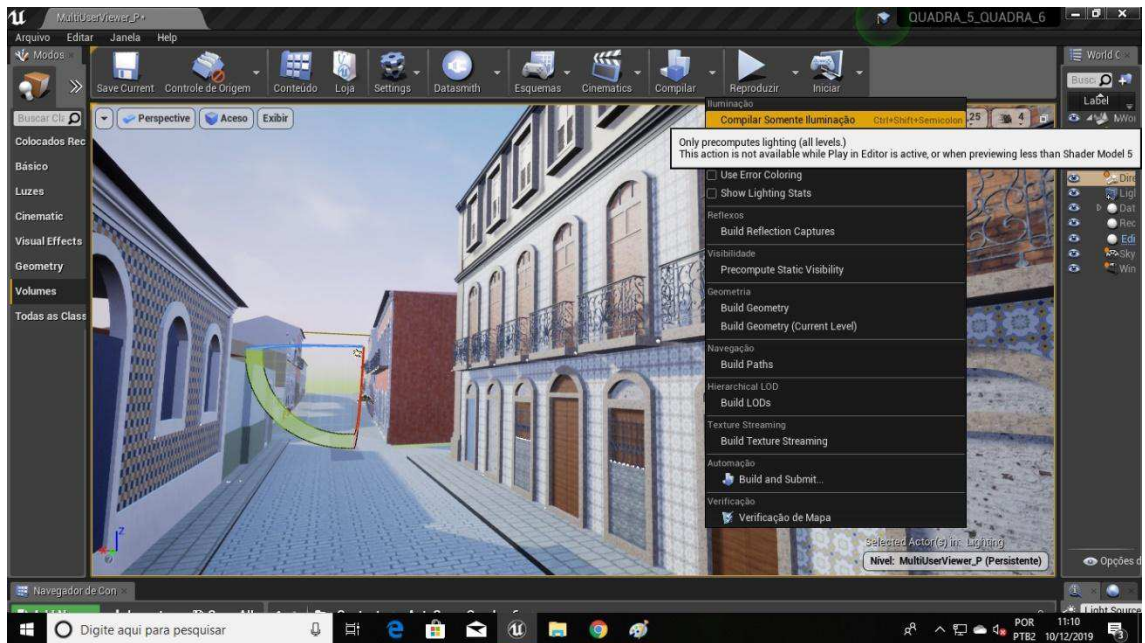


Figura 80 - Compilação e construção da luz

Fonte: DIAS, 2019

Durante o desenvolvimento da aplicação de realidade virtual foi importante usar a opção de cálculo “lighting quality” como “preview”, pois o mesmo se utiliza de um tempo menor para construção da luz, em uma resolução mais baixa, assim, aumentou-se a produtividade em arquivos de grandes extensões e como muito polígonos. À medida que o projeto se desenvolveu foram feitos cálculos superiores e utilizou-se o “lighting quality” como “production” para que as informações pudessem ser apresentadas de forma mais precisa e visualmente superiores (figura 81) (WADSTEIN, 2015).

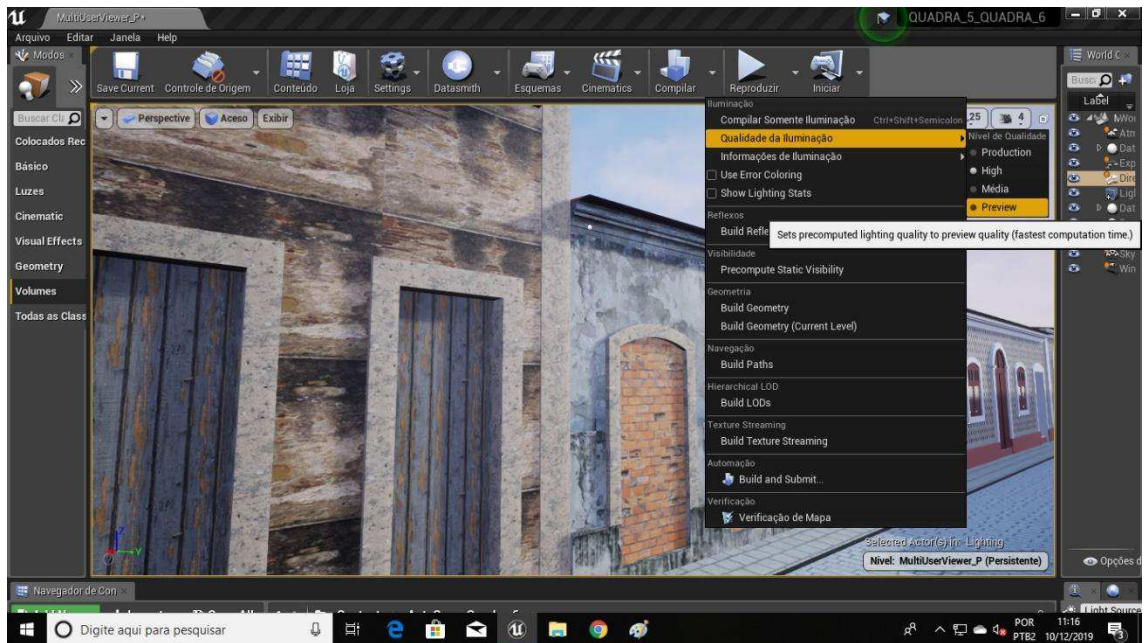


Figura 81 - Lighting quality preview

Fonte: trabalho autoral, 2019

### 5.3.6. SONORIZAÇÃO

O Unreal é compatível com a maioria das extensões de sons (.WAV, .MP4, .WMA, entre outros), para a importação destes arquivos fez-se uso do “content browser” (navegador de conteúdo) e selecionou-se a opção importar, feito isso, escolhe-se os arquivos que foram utilizados no ambiente (figura 82) (ENGINE, 2014).

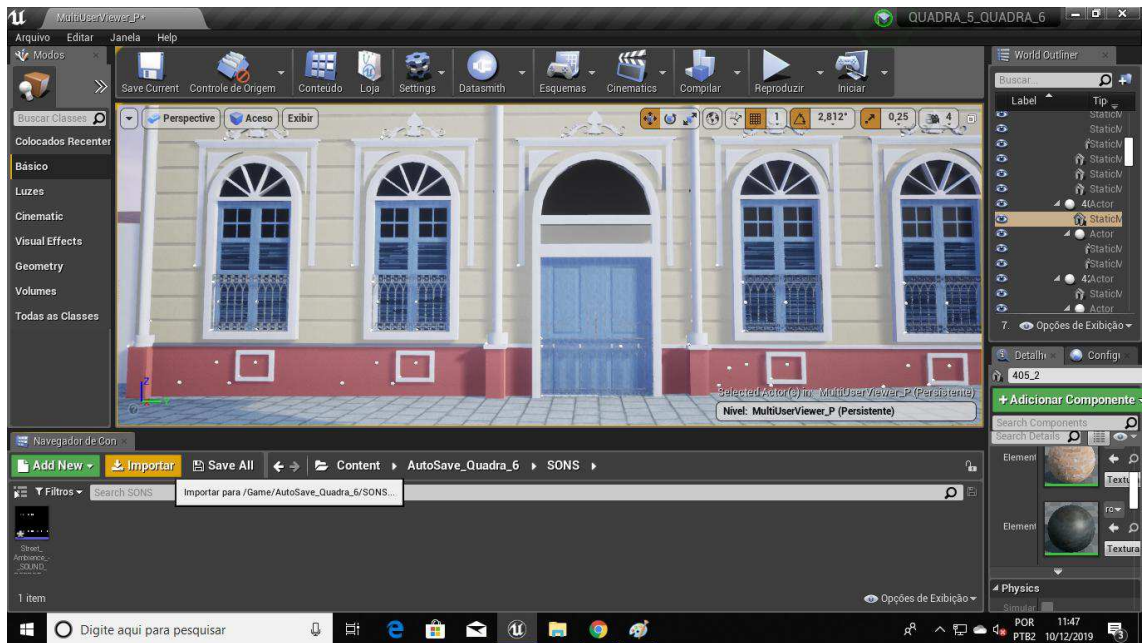


Figura 82 - Lighting quality preview

Fonte: trabalho autoral, 2019

Depois de importados, os arquivos de áudio geraram ativos denominados “sound wave”, estes ativos não puderam ser arrastados diretamente para o ambiente construído, foi necessário ,então, criar um comando denominado “sound cue” (figura 83), através dele foi possível a configuração de diversos parâmetros como atenuação, efeitos de reverberação, classes sonoras e mix de som, dentro do “sound cue editor” (figura 84) (ENGINE, 2014).

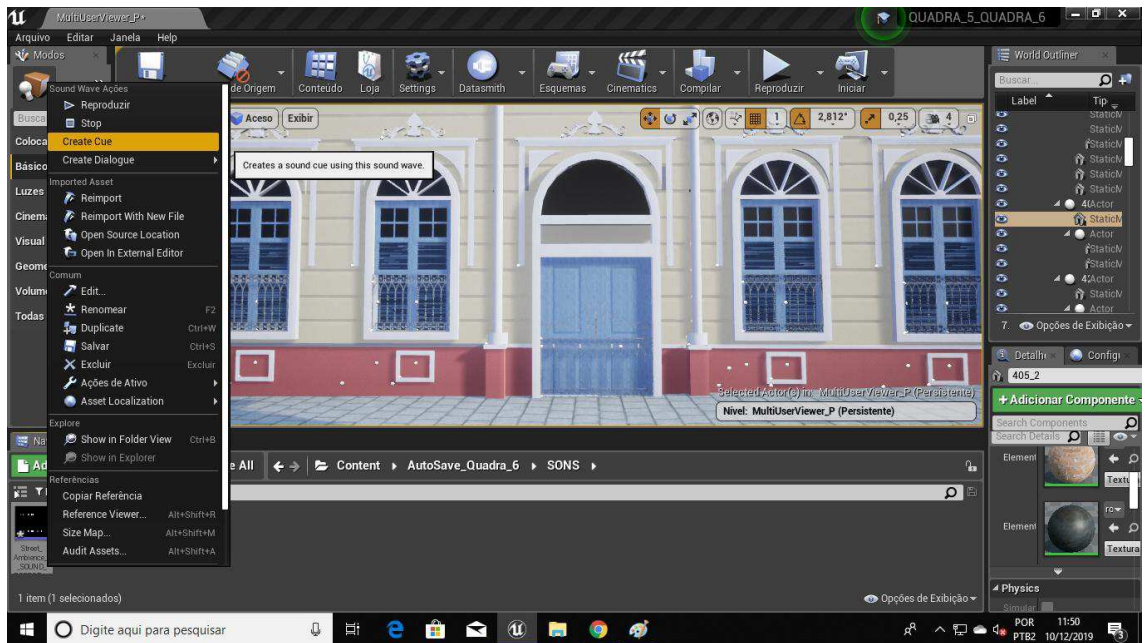


Figura 83 - Criação de instância de som

Fonte: trabalho autoral, 2019

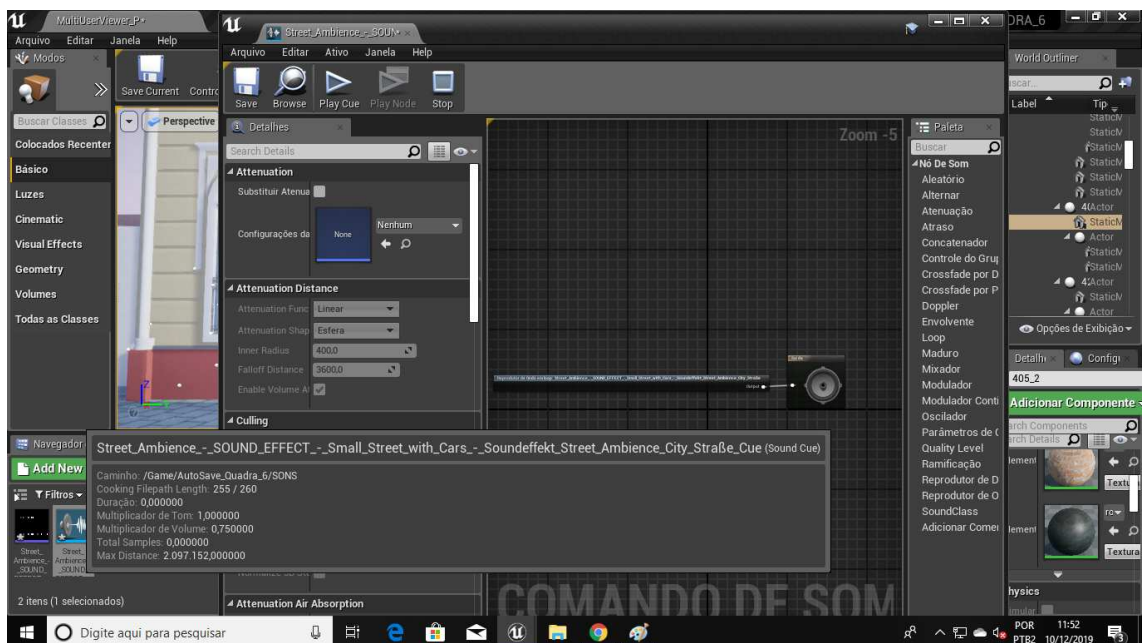
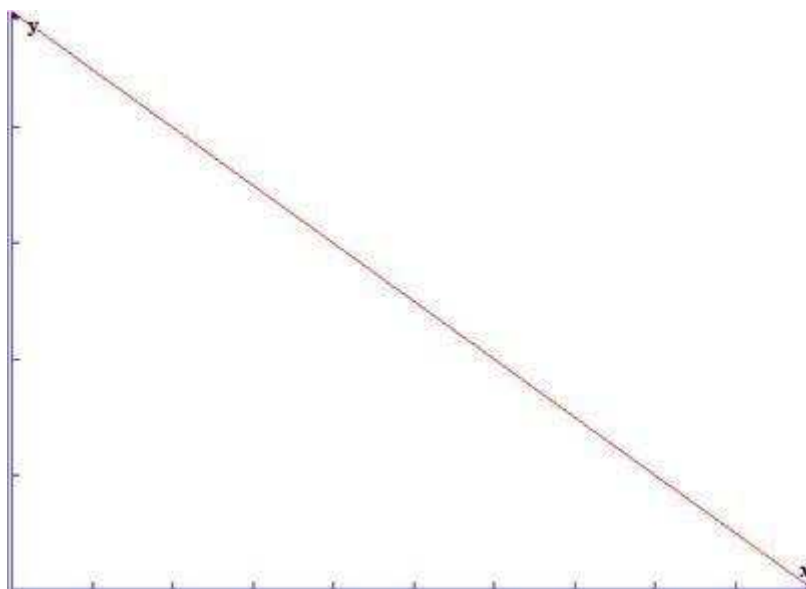


Figura 84 - Configuração dos arquivos de áudios importados

Fonte: trabalho autoral, 2019

Foram usados cinco comportamentos diferentes do som em relação à distância do usuário e a fonte de emissão sonora, foram eles: linear (figura 85), logarítmica (figura 86), logarítmica inversa (figura 87), inversa (figura 88) e natural (figura 89). Todas essas funções dizem respeito a redução que o volume do som sofrerá a cada aumento em uma unidade na distância entre o usuário e a fonte emissora (ENGINE, 2014).



*Figura 85 - Atenuação linear do som - volume x distância*

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

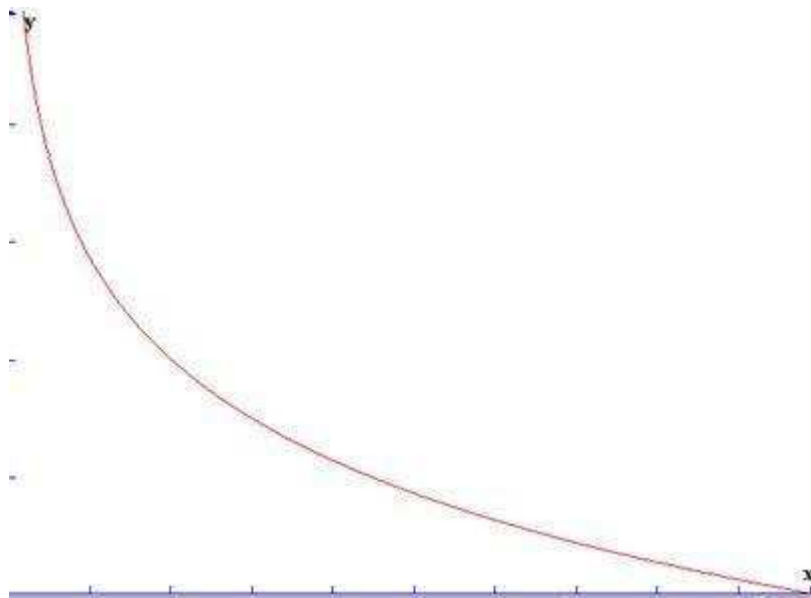


Figura 86 - Atenuação logarítmica do som - volume x distância

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 Nov. 2019)

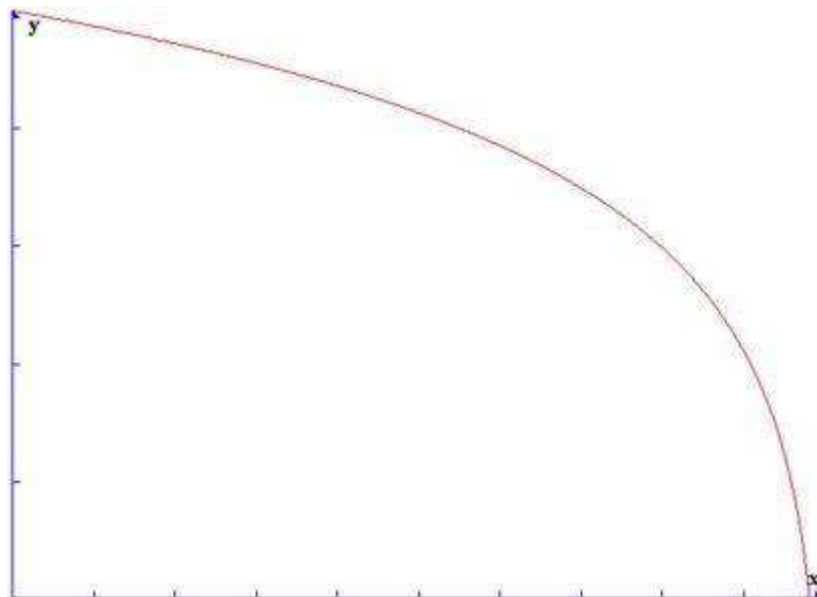
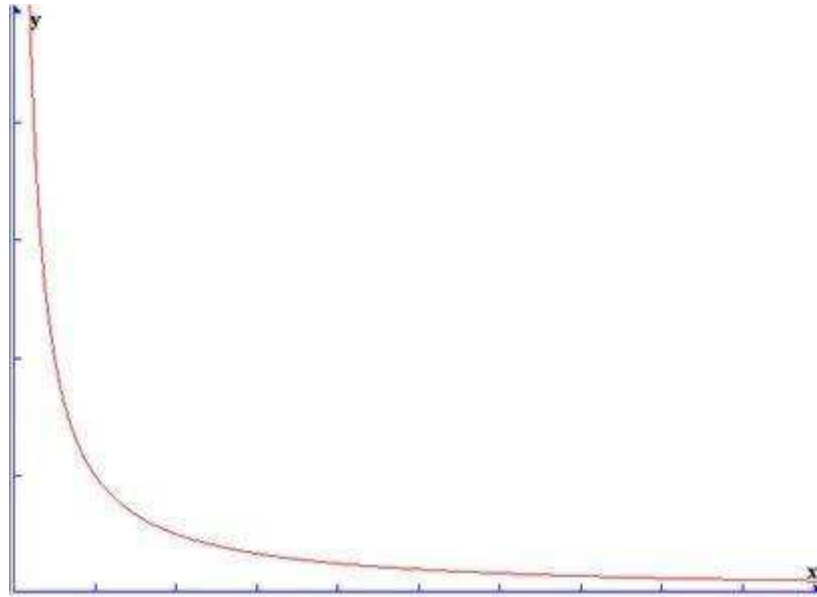


Figura 87 - Atenuação logarítmica inversa do som - volume x distância

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 88 - Atenuação inversa do som - volume x distância*

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)

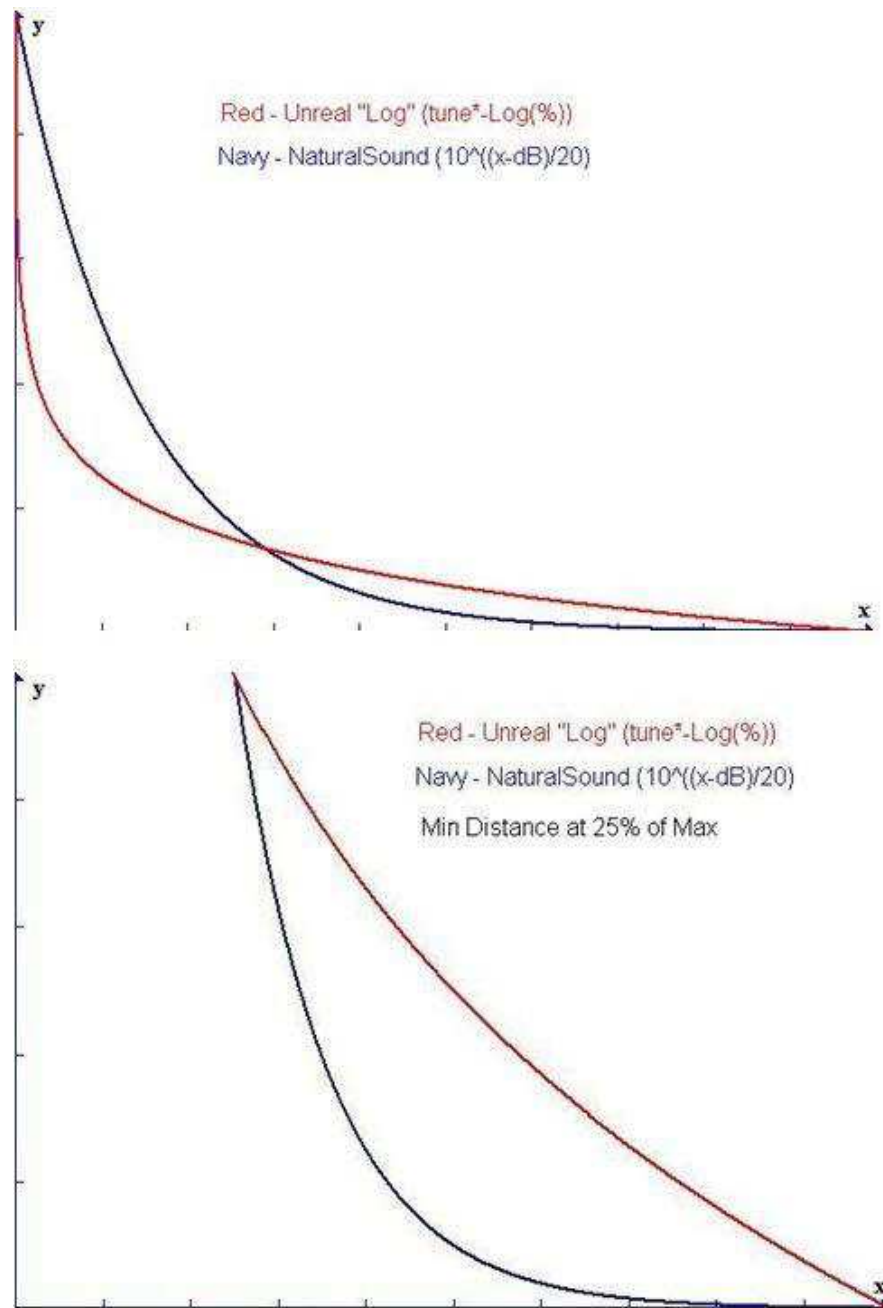


Figura 89 - Atenuação natural do som - volume x distância

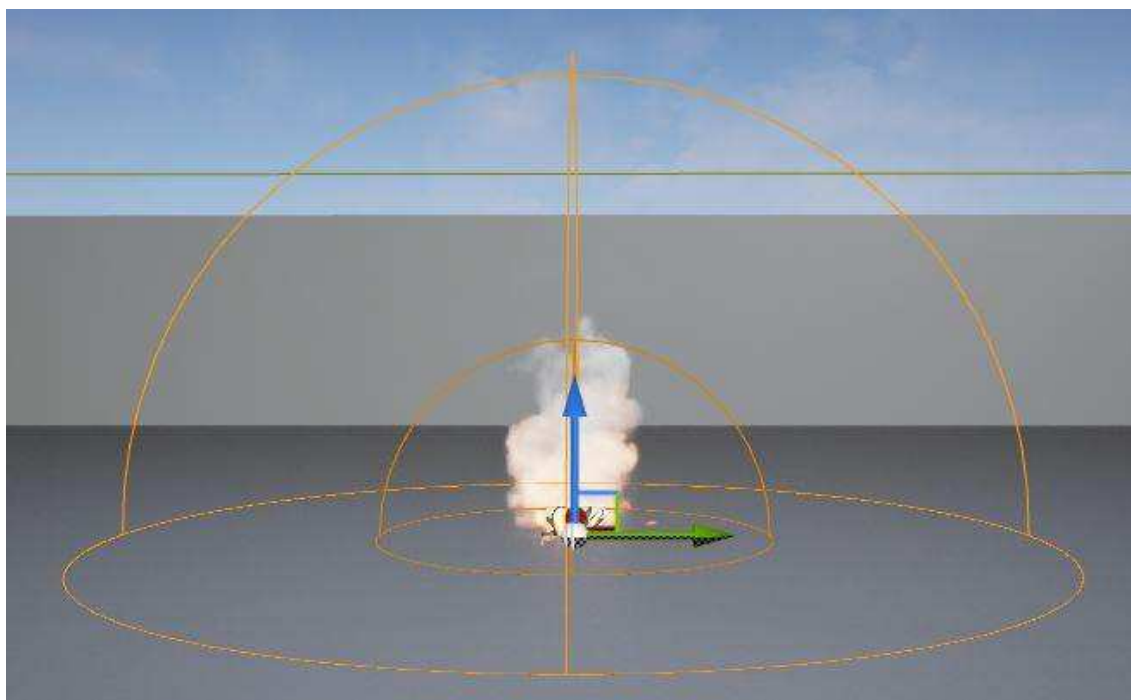
<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>

(Último acesso: 21 nov. 2019)

Além desses comportamentos, existem quatro formatos de propagação sonora pelo ambiente: esfera (figura 90), cápsula (figura 91), caixa (figura 92) e cone (figura 93). Todos os formatos citados são compostos por dois volumes, um volume



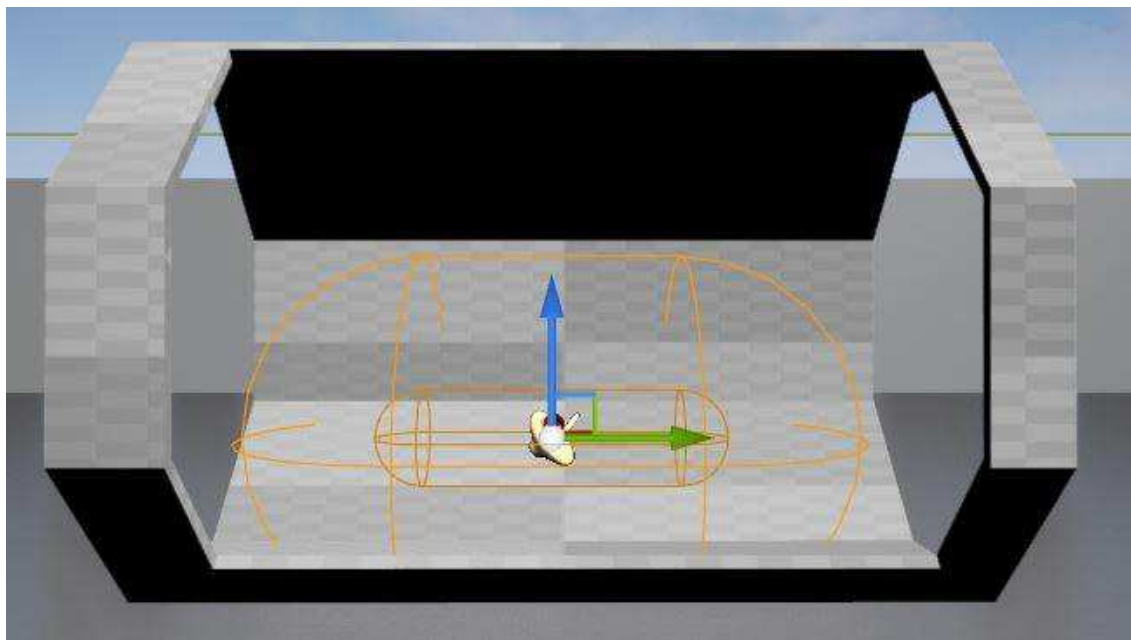
interior e outro exterior (figura 94), que permitem a configuração de duas dimensões através dos parâmetros presentes no editor. Quando foi preciso que usuário se encontrasse no volume interior, independente do formato escolhido, foi possível escutar o som em seu volume real, sem perdas ou quedas à medida que se distancia. Assim que foi necessário sair do volume interior e passar para o volume exterior executou-se a percepção da redução do volume a cada unidade de distância entre o usuário e a fonte, essa redução dependeu do comportamento de atenuação escolhido.



*Figura 90 - Formato esférico de atenuação sonora*

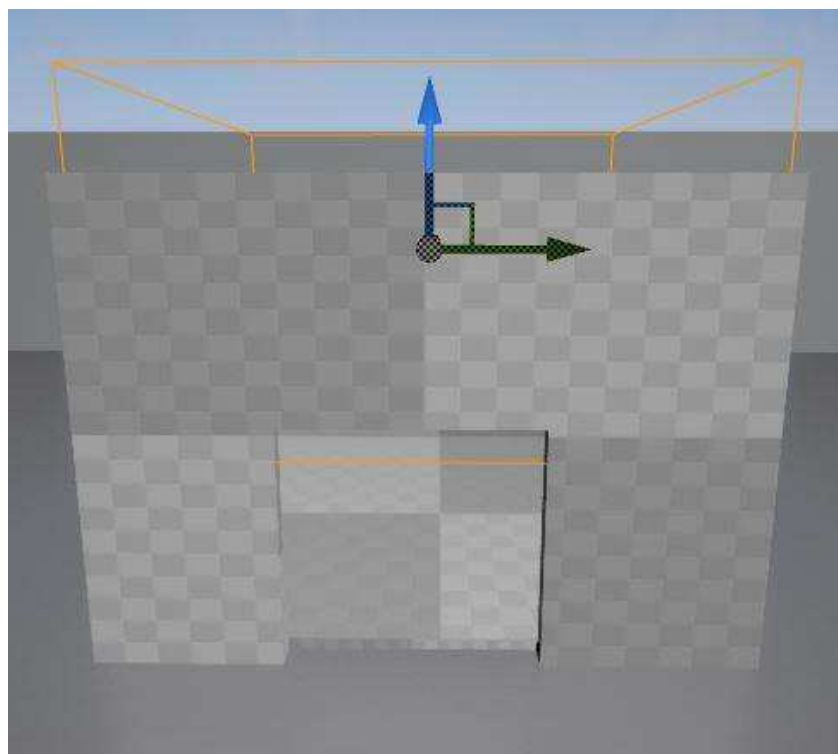
<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>

(Último acesso: 21 nov. 2019)



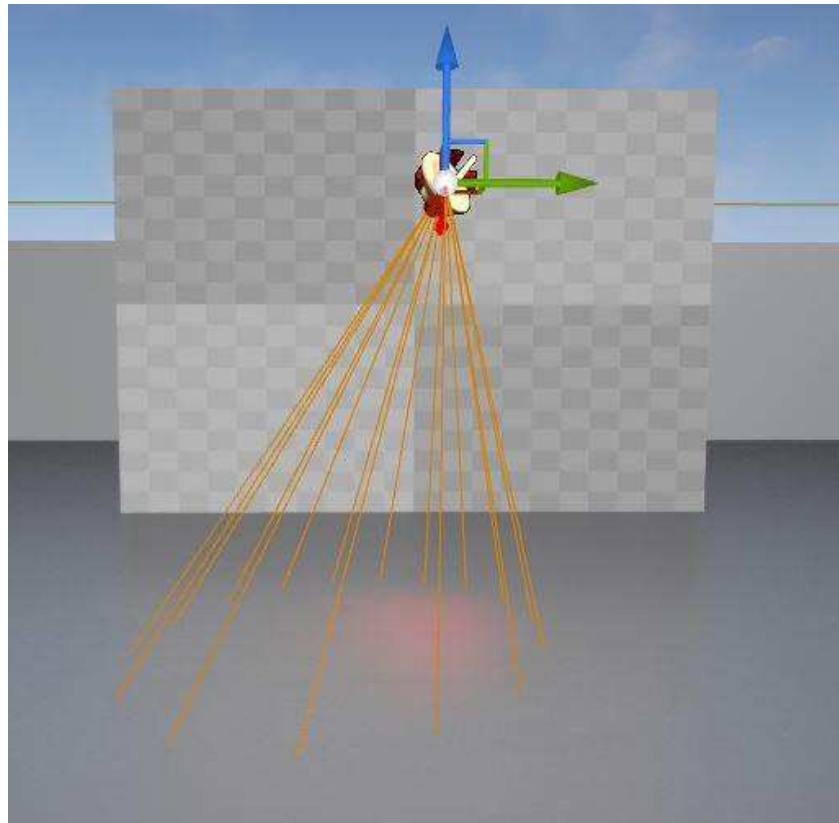
*Figura 91 - Atenuação do som em forma de cápsula*

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 92 - Atenuação do som em forma de caixa*

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>  
(Último acesso: 21 nov. 2019)



*Figura 93 - Formato cônico de atenuação sonora*

<https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Audio/DistanceModelAttenuation/index.html>

(Último acesso: 21 nov. 2019)

### **5.3.7. ENTRADAS DE HARDWARE**

Dentro das configurações do Unreal foi possível adicionar entradas (pressionamento de teclas, movimentação e cliques no mouse, pressionamento de botões no joystick e movimentação da cabeça do usuário utilizando óculos de realidade virtual) que foram convertidas em dados que os controladores do jogo puderam entender e utilizar.

Para ter acesso e configurar essas entradas, foi necessário ir em “Edit > Project Settings > Input” (figura 94), em “axis mapping” foi possível ter uma visão

geral dos eixos dianteiro e direito de movimentação (“MoveForward” e “MoveRight”), eixos de rotação vertical e horizontal da câmera do usuário (“LookUp” e “LookRight”) (figura 95), nestes eixos foram adicionadas as entradas, pressionando o ícone de “+” ao lado de cada um.

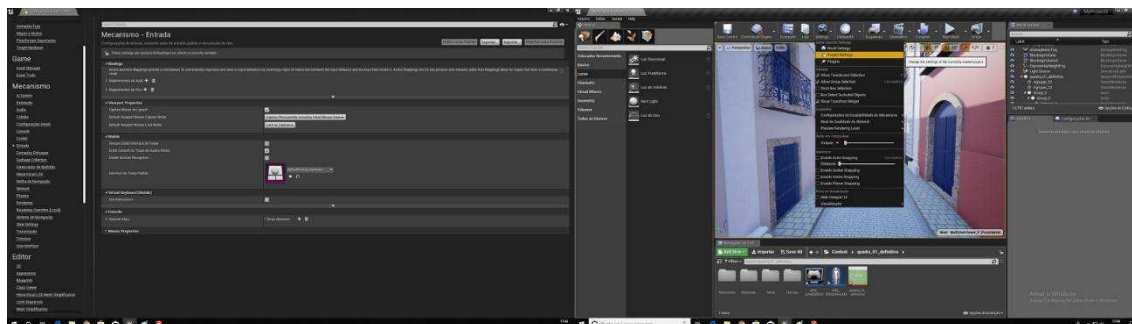


Figura 94 - Configurações de entrada de usuário

Fonte: DIAS, 2019

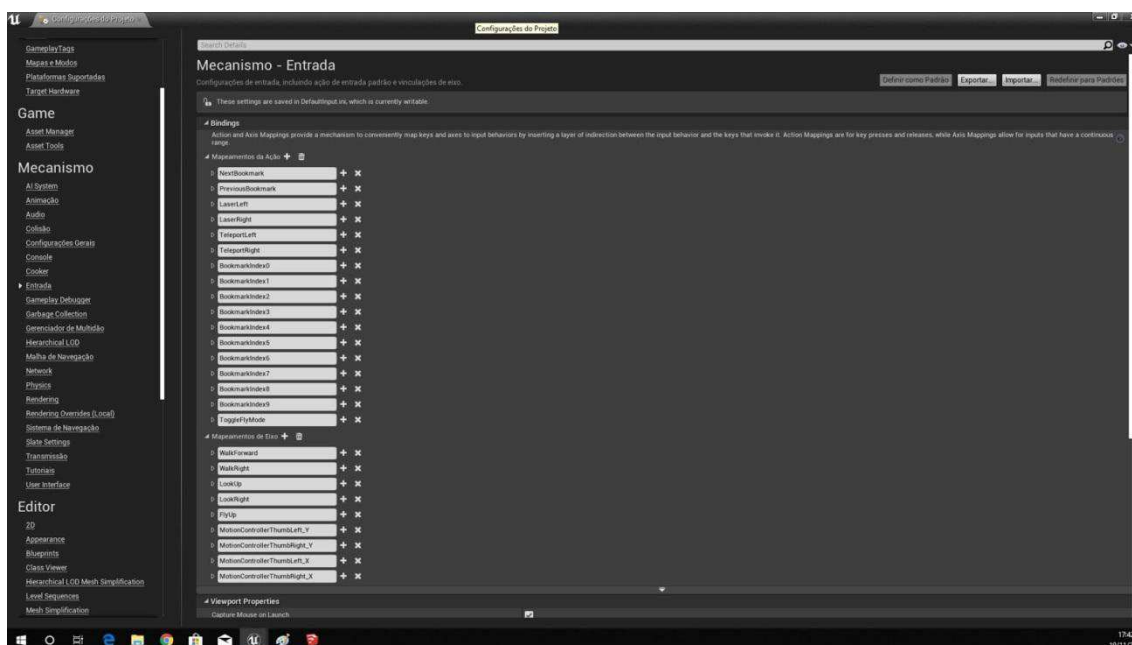


Figura 95 - Configuração de entradas de movimentação

Fonte: DIAS, 2019

Em “MoveFoward” foram adicionadas as teclas “W” e “S”, a primeira em escala positiva (1) e a segunda em escala negativa (-1) e o eixo vertical do direcional analógico esquerdo do joystick “Gamepad Left Thumbstick Y-Axis”, todas as vezes que o usuário pressionar a tecla “W”, o personagem se movimentará para frente uma unidade, ao pressionar a tecla “S”, o personagem se movimentará para frente uma unidade negativa, ou seja, anda para trás, assim como no direcional esquerdo do controle (figura 96) (ENGINE, 2014).

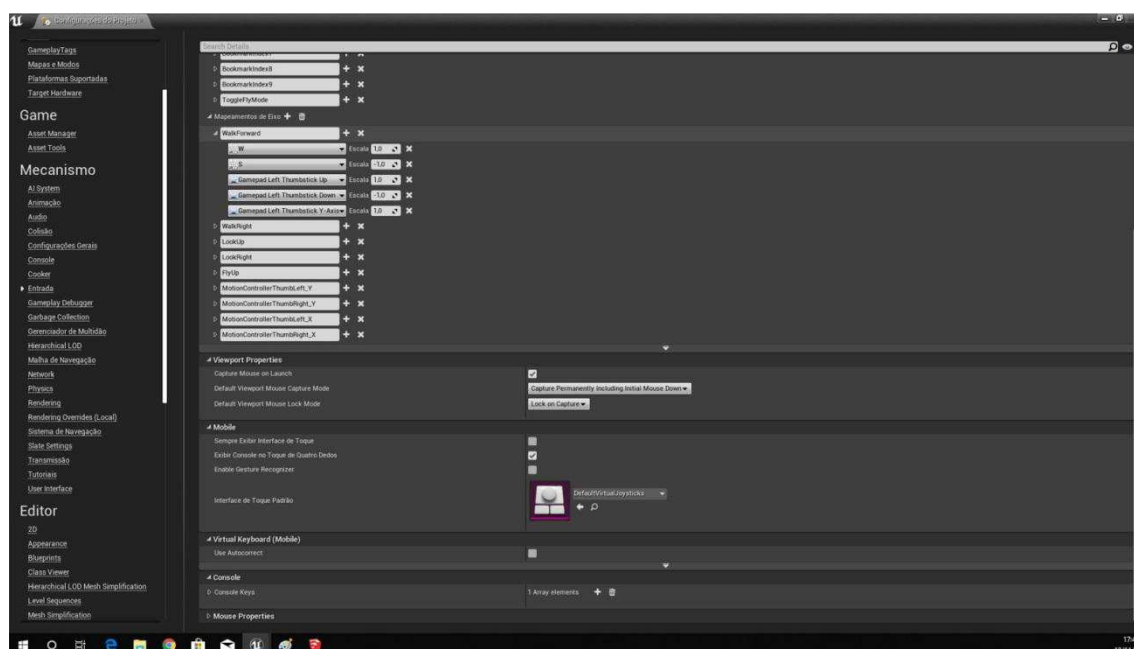


Figura 96 - Mapeamento do eixo dianteiro de movimentação e rotação

Fonte: trabalho autoral, 2019

O mesmo ocorre em “MoveRight”, as teclas utilizadas são “A” e “D”, a primeira com escala negativa (-1) e a segunda com escala positiva (1) e o eixo horizontal do direcional analógico esquerdo do joystick “Gamepad Left Thumbstick X-Axis” (figura 97) (ENGINE, 2014).

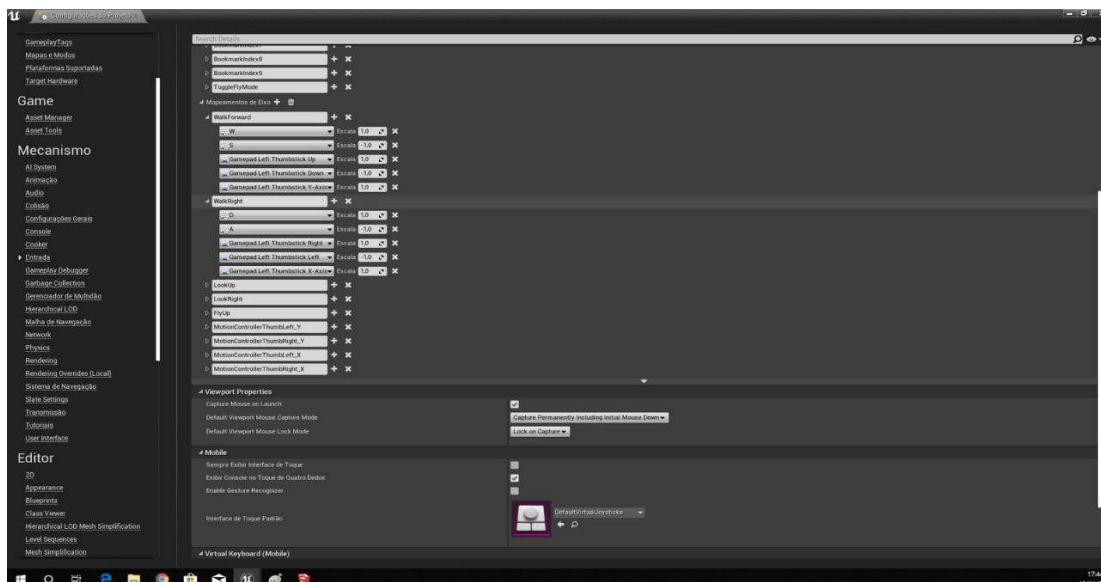


Figura 97 - Mapeamento do eixo direito de movimentação e rotação

Fonte: trabalho autoral, 2019

Depois de adicionadas todas as entradas de movimentação, foi necessário configurar as entradas de rotação de câmera, em “LookUp”, acrescentou-se o eixo vertical do mouse “Mouse Y” e o eixo vertical do direcional analógico direito do joystick “Gamepad Right Thumbstick Y-Axis” e em “LookRight”, foi acrescentado o eixo horizontal do mouse “Mouse X” e o eixo horizontal do direcional analógico direito do joystick “Gamepad Right Thumbstick X-Axis” (figura 98) (ENGINE, 2014).

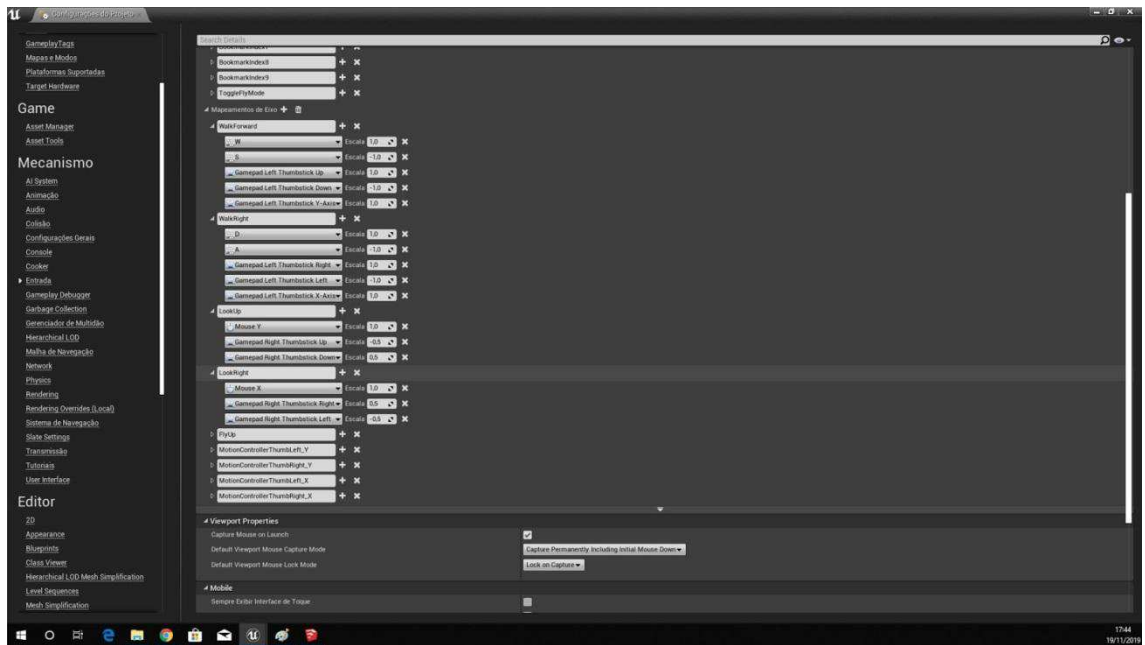


Figura 98 - Mapeamento do eixo de rotação de câmera

Fonte: trabalho autoral, 2019

Após o Unreal está pronto para receber as entradas, o passo seguinte foi fazer com que o jogador ou usuário lesse e interpretasse os comandos para que ele pudesse se locomover pelo ambiente virtual, para isso foi preciso criar uma “personagem” e “um modo de jogo”, o primeiro responsável por receber os dados enviados e transformá-los em ações, e o segundo por fornecer os dados ao usuário. Os dois foram adicionados por meio de blueprints, uma programação visual intuitiva, para isso foram criados dois arquivos blueprints no “content broser” (figura 99).

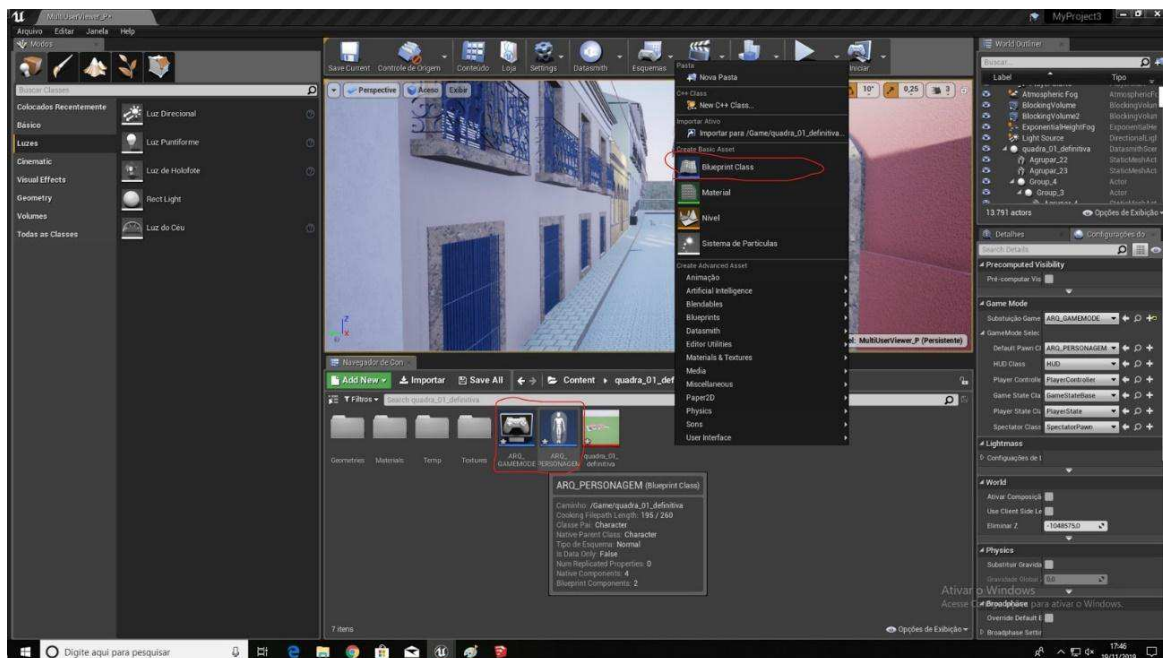


Figura 99 - Criação do personagem e do modo de jogo

Fonte: trabalho autoral, 2019

Dentro do blueprint da personagem, em “event graph” foram adicionados comandos de eventos para que o usuário recebesse as entradas de jogo configuradas (figura 100). Em suma, acrescentou-se os eixos mapeados de movimento e rotação, estes ligaram-se a uma força que fez a personagem se deslocar em uma determinada direção, o valor dessa força foi a mesma unidade escalar definida nas entradas de jogo (ENGINE, 2014).



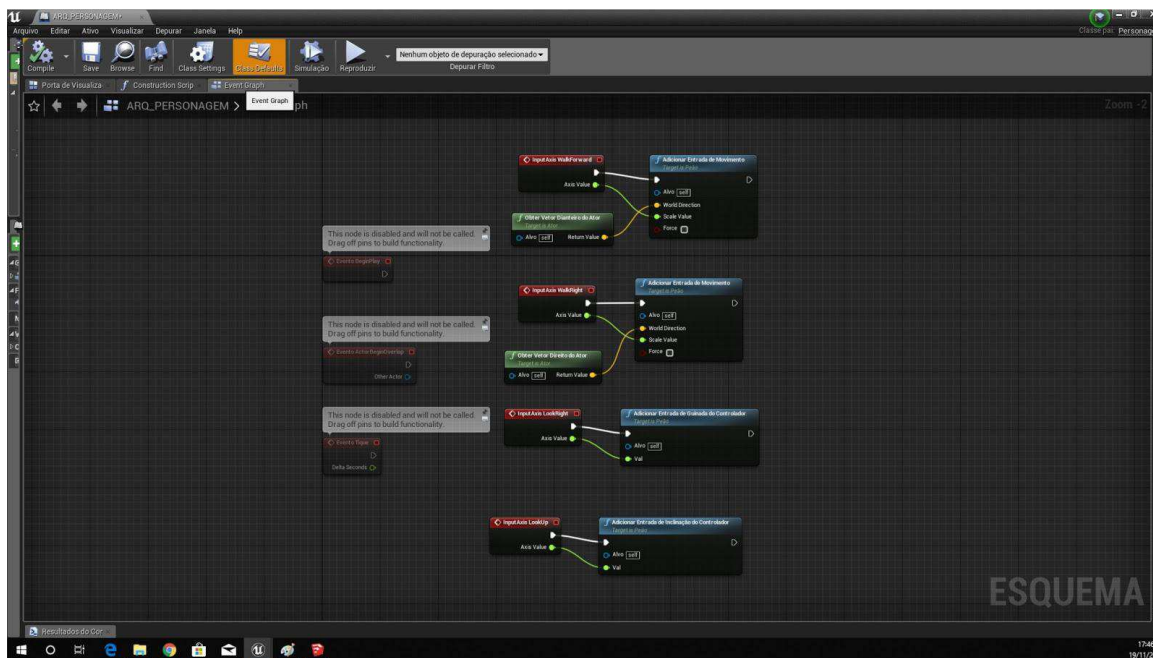


Figura 100 - Blueprint para recebimento das entradas configuradas

Fonte: trabalho autoral, 2019

No blueprint Gamemode, o jogador foi vinculado em “Classes > Default Pawn Class” (figura 101) e em “World Settings > Game Mode > GameMode Override” selecionou-se o blueprint criado (figura 102) (ENGINE, 2014).

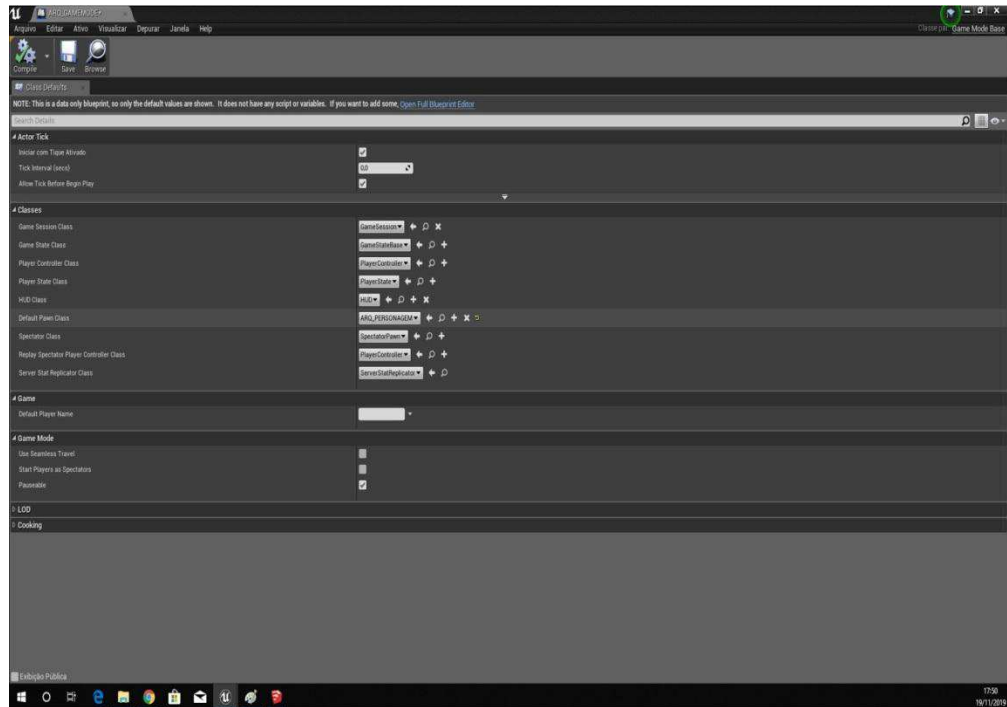


Figura 101 - Configuração do Modo de jogo

Fonte: trabalho autoral, 2019

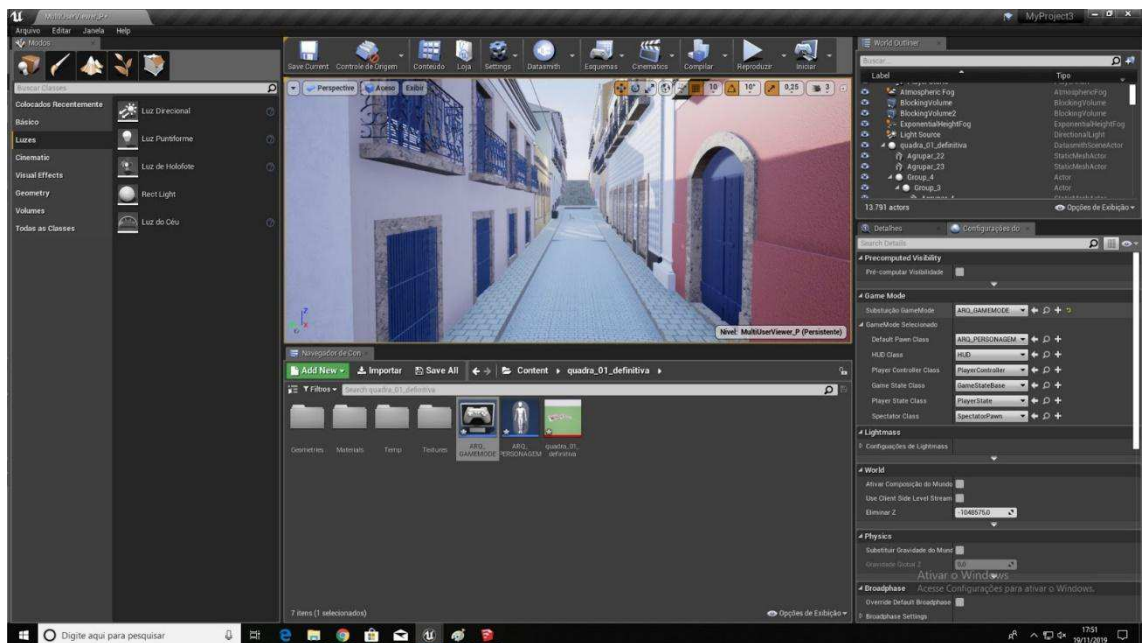


Figura 102 - Substituição do modo de jogo nas configurações do mundo

Fonte: trabalho autoral, 2019

Após esse processo a personagem já é capaz de se movimentar pelo ambiente virtual, mas ainda de forma rápida, esse tipo de movimentação e rotação não permite ao usuário uma boa experiência, tanto a visualização e interação com os elementos do cenário são prejudicados, como podem gerar enjoos e tontura. Para alterar esses parâmetros foi preciso ir ao blueprint da personagem e ir em “Viewport” (figura 103).

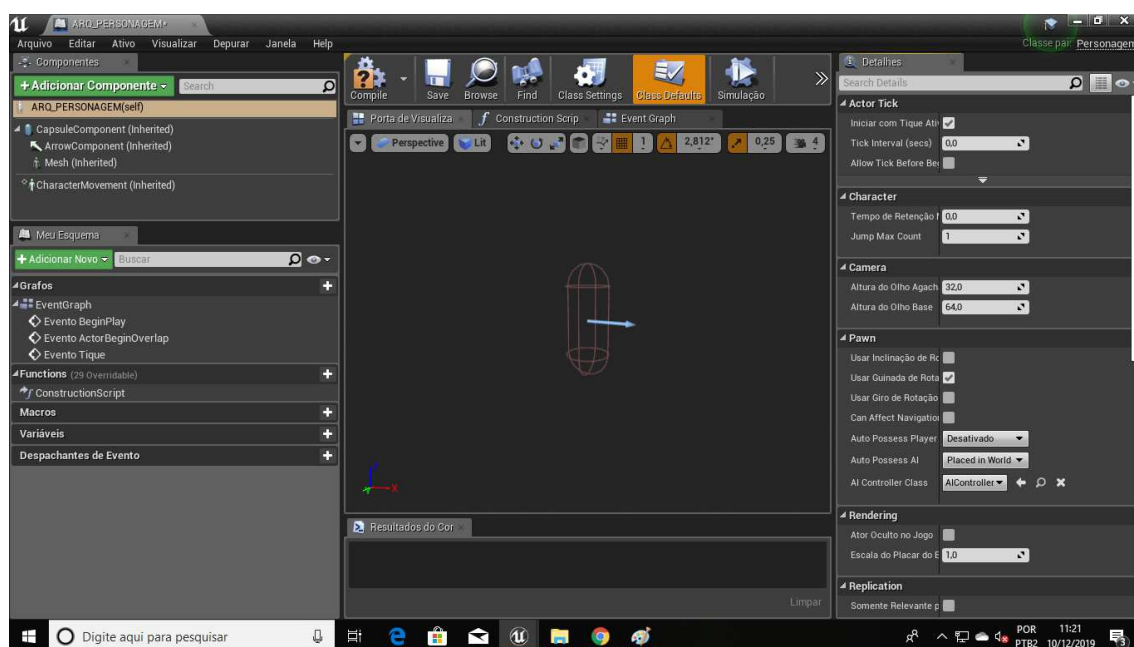


Figura 103 - Configuração da personagem

Fonte: trabalho autoral, 2019

Em “CharacterMovement” foram alterados os valores em velocidade, aceleração, desaceleração e fricção com o chão, para que o usuário tenha mais conforto ao realizar sua imersão na Rua do Giz (figura 104).

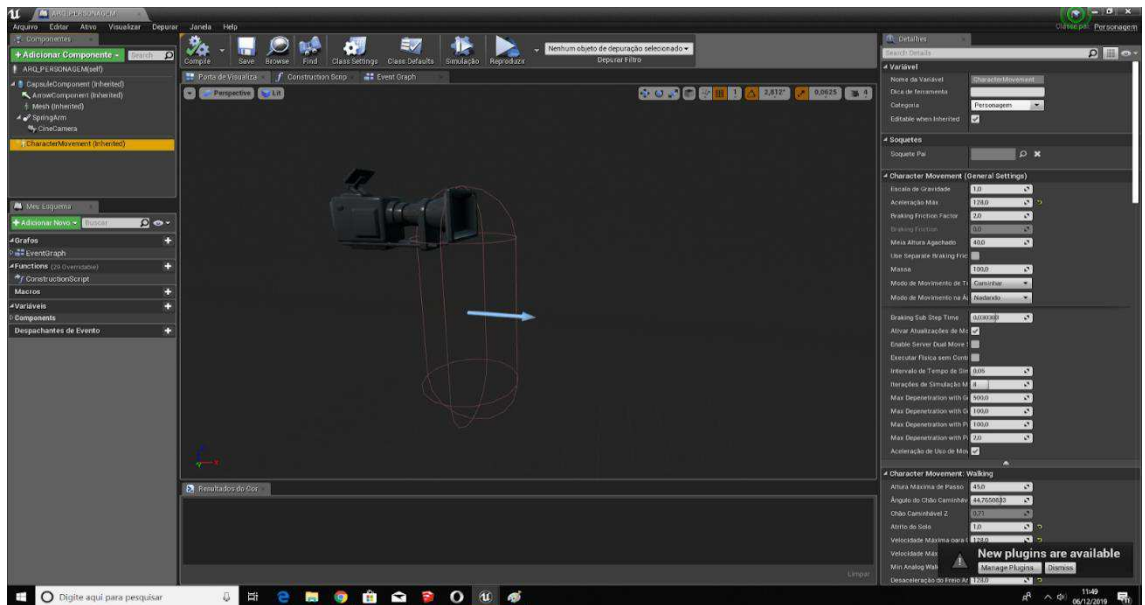


Figura 104 - Configuração de movimentação do usuário

Fonte: trabalho autoral, 2019

Foram criados dois componentes, “camera” e “springarm”, movimentados 80 centímetros no eixo Y, para que a personagem ficasse com aproximadamente 1,70 m de altura, vinculou-se a câmera ao springarm, tornando-o um componente filho e zerando o comprimento do springarm (figura 105), a fim de suavizar a rotação da câmera, habilitou-se a opção “Lag > Enable Camera Lag” (ENGINE, 2014).

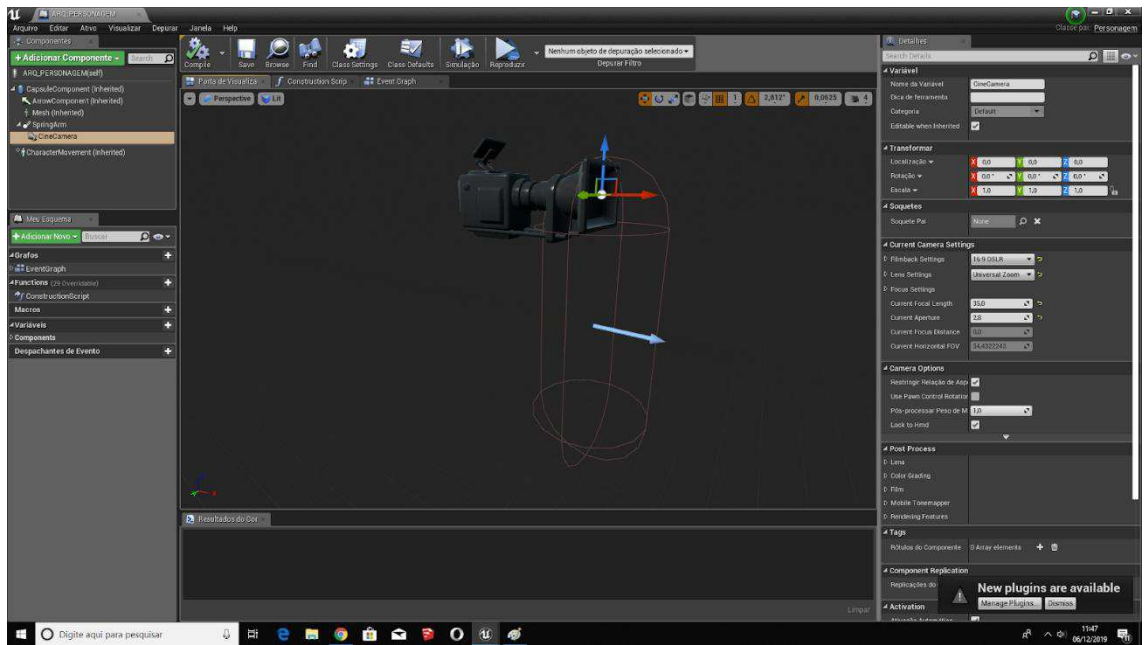


Figura 105 - Componentes de rotação de câmera

Fonte: trabalho autoral, 2019

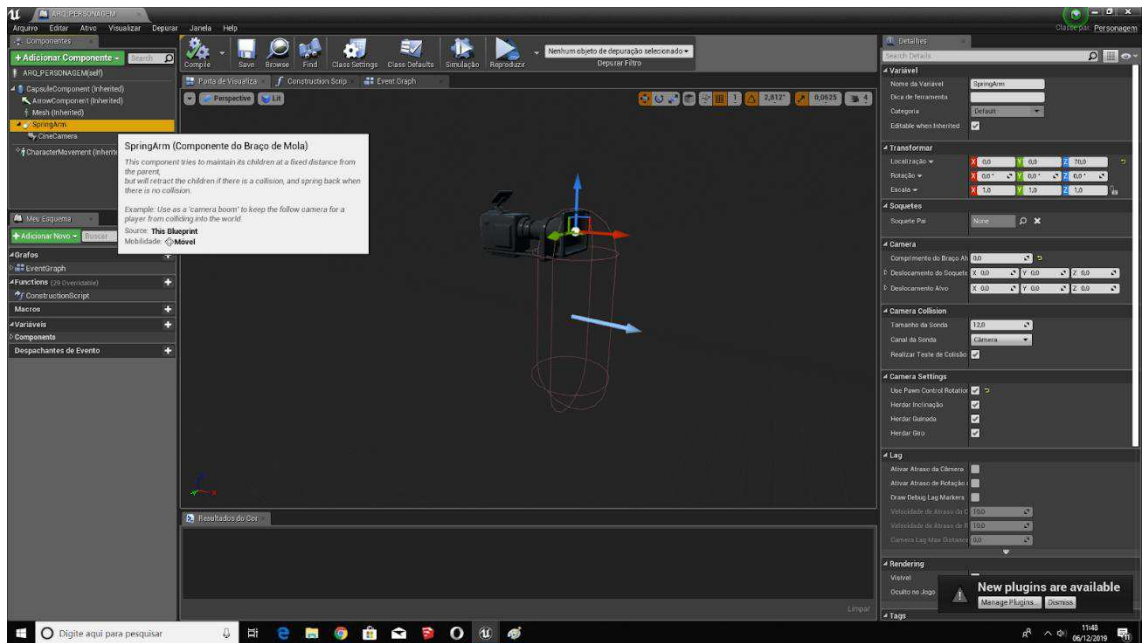


Figura 106 - Suavização da movimentação e rotação da câmera

Fonte: trabalho autoral, 2019

### 5.3.8. COLISÃO

Abrindo as malhas estáticas dos elementos importados (figura 60), foi possível configurar o tipo e o estilo de colisão, no caso da rua, da calçada e da escada, que possuem muitos desníveis e formas curvas foram adicionadas colisões do tipo complexa, pois elas permitem adicionar uma malha de colisão mais detalhada. (figura 107) (ENGINE, 2014).

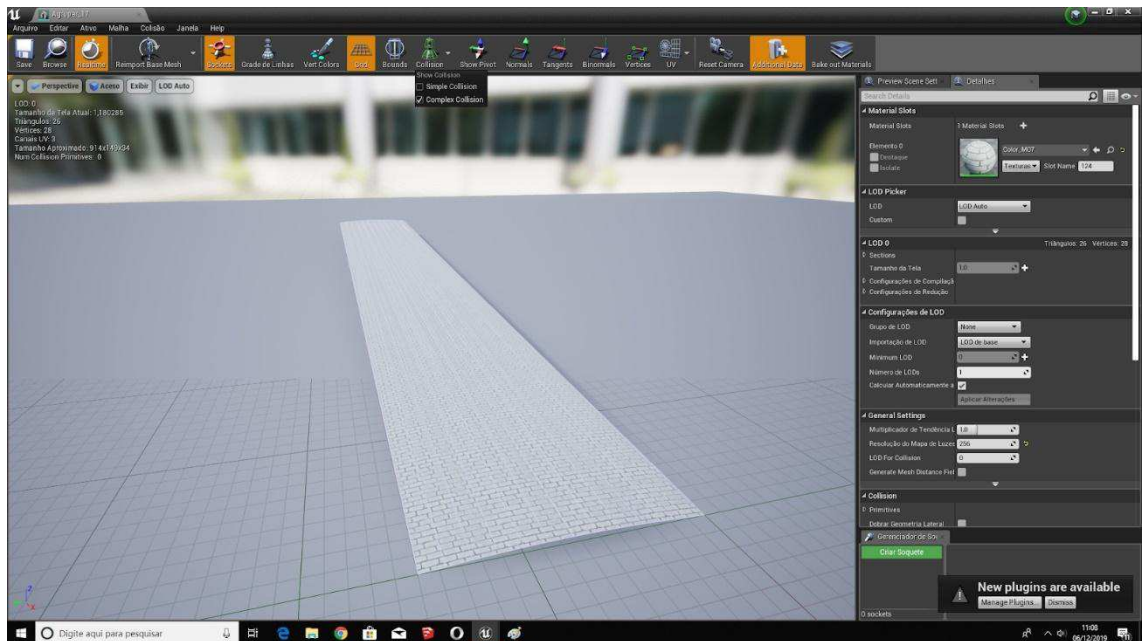


Figura 107 - Colisão do tipo complexa aplicada à Rua do Giz

Fonte: trabalho autoral, 2019

Nos casarões utilizou-se os volumes de bloqueio, pois possuem a forma de caixa, além disso, eles foram dimensionados de modo a contornar toda a quadra e em alguns casos, casarão por casarão, dependendo do alinhamento da quadra e das edificações (figura 108).

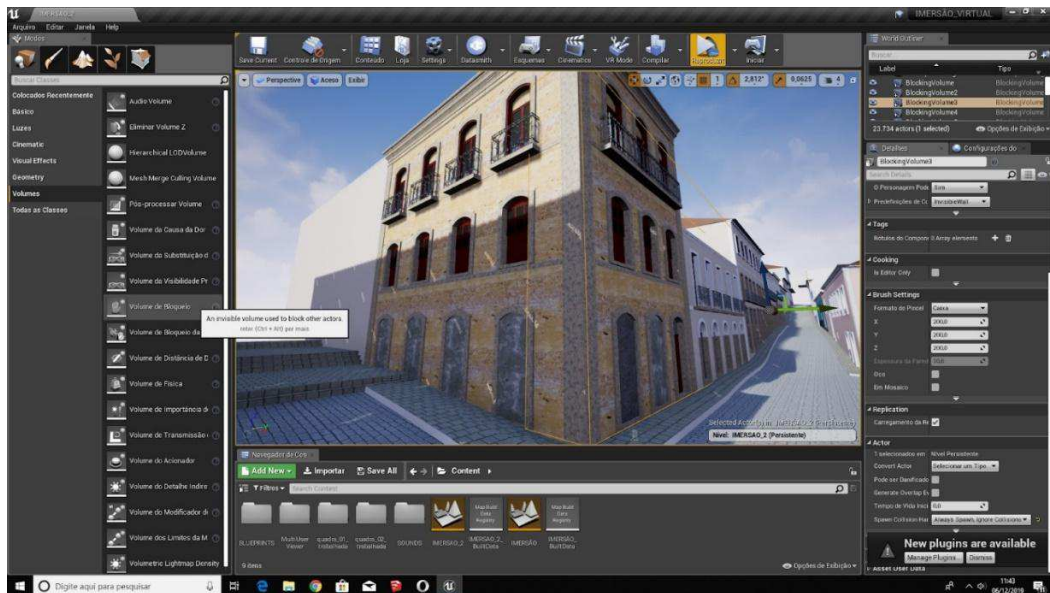


Figura 108 - Volumes de bloqueio aplicados aos casarões

Fonte: trabalho autoral, 2019

### 5.3.9. MATERIAIS

Ao importar os arquivos do Sketchup, as texturas e seus mapeamentos já estavam salvos dentro do “content browser”, e foram aplicadas às malhas estáticas de cada elemento do ambiente virtual (figura 109).

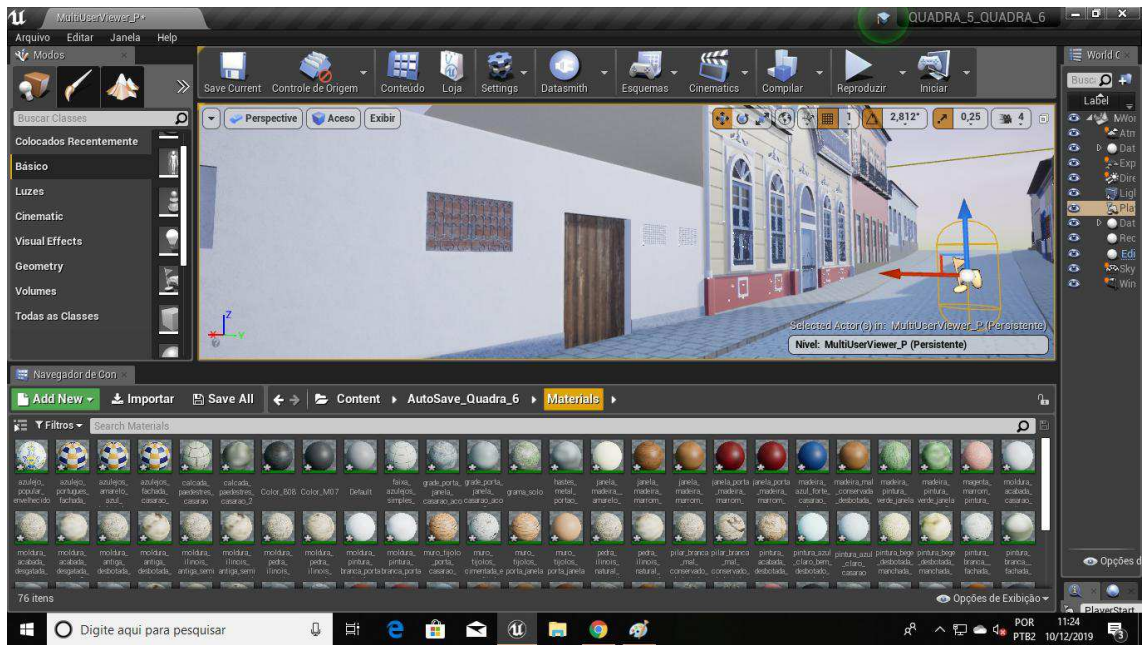


Figura 109 - Materiais organizados no Navegador de conteúdo

Fonte: trabalho autoral, 2019

O SketchUp, através do “datasmith”, importou apenas materiais que possuíam parâmetros que podiam ser trabalhados como: cor, metálico, especular, aspereza, cor emissiva, normal, oclusão ambiental, deslocamento posição do mundo (figura 110). Todo resto aplicado à cena foram materiais instanciados, materiais-filhos que possuíam os mesmos parâmetros apresentados acima, mas de fácil acesso e fácil configuração (figura 111).



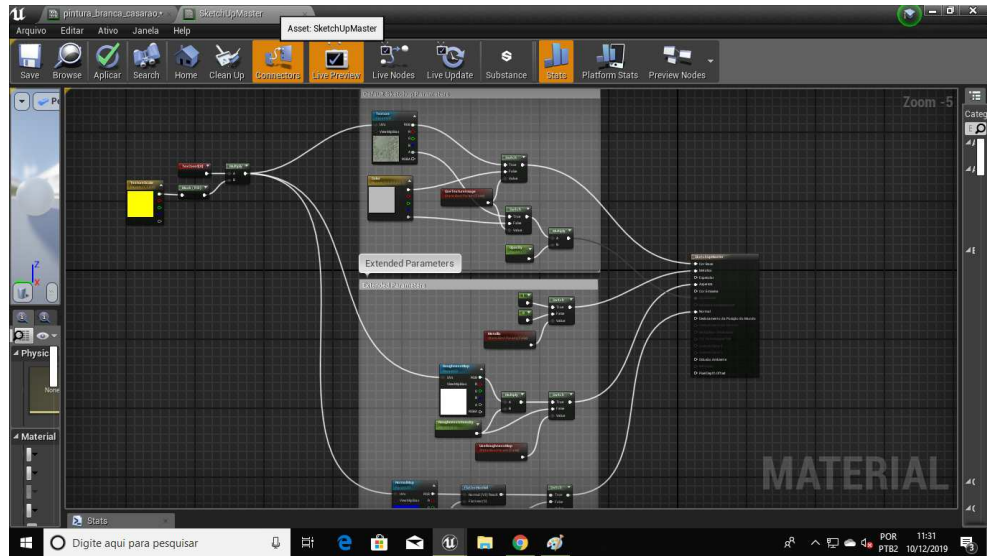


Figura 110 - Material raiz trazido do Sketchup

Fonte: trabalho autoral, 2019

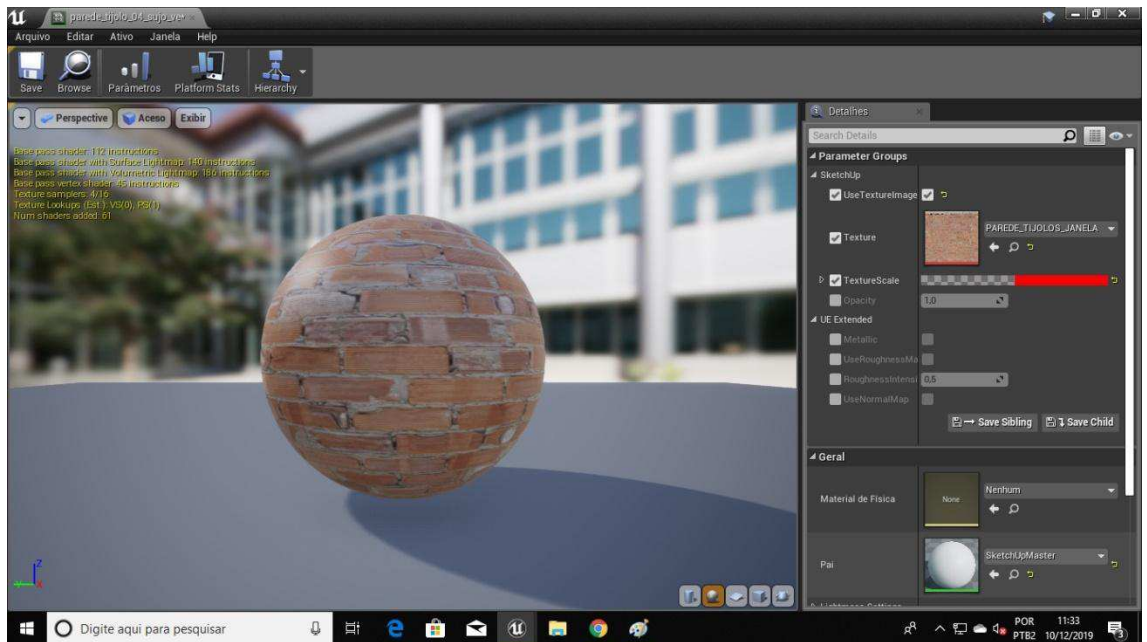


Figura 111 - Painel de configuração dos materiais instanciados no Unreal

Fonte: trabalho autoral, 2019

Nestes parâmetros, utilizou-se mapas de normal, responsável pela geração de relevo sem a utilização de mais polígonos, mapas de especular, para reflexões e brilho proveniente de fontes diretas de luz e mapa de oclusão de ambiente para tratar do comportamento do material em relação a luz indireta presente na cena (figura 112).

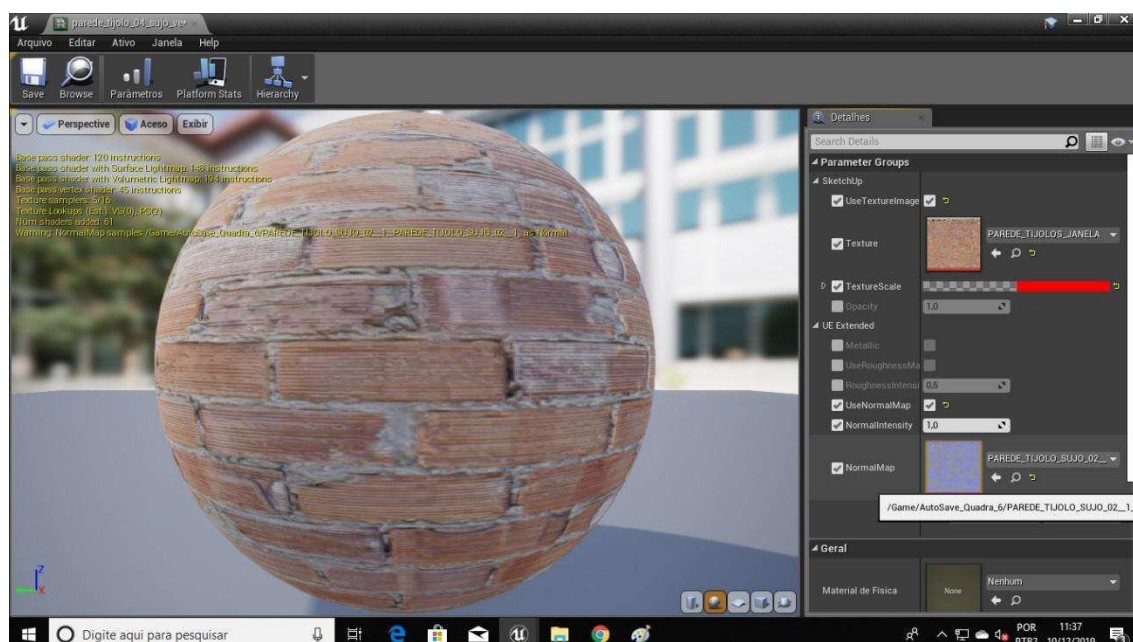


Figura 112 - Mapas de texturas aplicados

Fonte: trabalho autoral, 2019

### 5.3.10. EXPORTAR APLICAÇÃO

Após os testes feitos com as partes visuais e interativas do projeto (figura 113-115), iniciou-se a exportação dele para uma aplicação em realidade virtual, por meio da opção “package content”, onde é feito o empacotamento de todos os elementos da cena em um único aplicativo executável (figura 114).



*Figura 113 - Professor Dr. Érico Peixoto experimentando a imersão interativa*

Fonte: trabalho autoral, 2019



*Figura 114 - Professor Me. Francisco Armond experimentando a imersão interativa*

Fonte: trabalho autoral, 2019

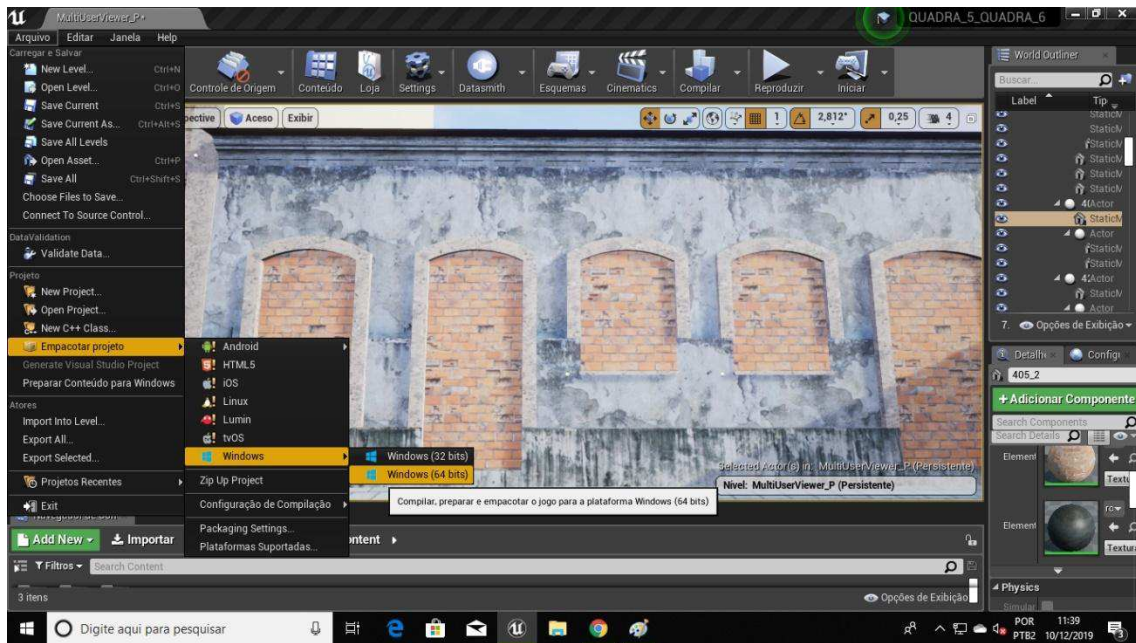


Figura 115 - Exportação de aplicação

Fonte: trabalho autoral, 2019

## **6. CONCLUSÃO**

Durante a produção e elaboração desse trabalho, foi possível ter a noção dos processos e da metodologia a serem utilizados para criação de uma aplicação em realidade virtual para documentação, registro e preservação de sítios históricos, além de proporcionar uma melhor compreensão da paisagem arquitetônica do ambiente histórico.

Esse tipo de aplicação se mostrou bem viável, em termos de produção e eficácia, pois fornece uma ótima experiência imersiva e interativa. A ferramenta se mostra uma forte aliada aos demais procedimentos e métodos já utilizados para conservação e preservação de centros históricos.

A realidade virtual possui um diferencial multidisciplinar, se mostrando mais uma vez capaz de suprir a demanda de mais uma área ou campo de atuação, o da arquitetura e do urbanismo.

## 7.REFERÊNCIAS

ANDRÉS, Luiz Phelipe de Carvalho Castro. Centro Histórico de São Luís Patrimônio Mundial. São Paulo: Audichromo, 1998.

ANDRÉ, Luís. Face interna x face externa - Sketchup. Disponível em: <<https://qualificad.com.br/face-interna-x-face-externa-sketchup/>> Acesso em 08 Dez. 2019.

BACK, André. Tutorial Unreal Engine 4 #22 - Tipos de luzes e objetos (aplicando luz mais real). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=NVHtr40cJeg>> Acesso em: 08 Dez. 2019.

BEZERRA, Juliana. Século XIX: saiba o que foi e os principais acontecimentos. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/seculo-xix/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

BRITO, Allan. Datasmith ajuda na conversão de projetos para Unreal. Disponível em: <<https://www.allanbrito.com/2017/08/20/datasmith-ajuda-na-conversao-de-projetos-para-unreal/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

BUENO, Francisco da Silveira. Dicionário Escolar da Língua Portuguesa-Ministério da Educação e Cultura – FENAME – Fundação Nacional de Material Escolar, Rio de Janeiro, 8º ed.1971. 1488p.

BUENO, Francisco da Silveira. Grande Dicionário Etimológico-Prosódico da Língua Portuguesa: Vocábulo, expressões da língua geral e científica -sinônimos contribuições do tupi-guarani. Santos: Editora Brasília Limitada, São Paulo, 1974. 2826 p. 6º v. N-P.

CARVALHO, Rafael. Centro histórico de São Luís: história, beleza e descaso. Disponível em: <<https://www.essemundoenosso.com.br/centro-historico-de-sao-luis/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

CARVALHO, Léa Therezinha Alves. Paisagem - Arquitetura - Museu: Uma relação. Disponível em: <<https://www.revistamuseu.com.br/site/br/artigos/18-de-maio/18-maio>>

-2016/239-paisagem-arquitetura-museu-uma-relacao.html> Acesso em: 11 Nov. 2019.

CHIAROTTI, Tiziano Mamede. O Patrimônio Histórico edificado como um artefato arqueológico: uma fonte alternativa de informações. *Habitats*, Goiânia, v.3, n.2, p.301 - 319, jul. 2005.

CHOAY, Françoise. *A alegoria do patrimônio*. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

CONVENÇÃO, Artigo 1 da Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural. Paris: Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura, 1972.

CORRÊA, Renata. *Mapa de textura: Mip-mapping*. Universidade de Campinas, São Paulo, 2004.

COUNCIL, Design Council. What is the framework for innovation ? Design's council evolved double diamond. Disponível em: <<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond> > Acesso em: 16 Nov. 2019.

CULLEN, Gordon. *Paisagem Urbana*. Portugal: Editora 70.

CYARK. Helping conserve sites through 3D documentation. Disponível em: <<https://www.cyark.org/conservation>> Acesso em 06 Dez. 2019.

DIANA, Daniela. O que é Patrimônio histórico?. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/patrimonio-historico/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

DIANA, Daniela. Cultura, Material e Imaterial. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/cultura-material-e-imaterial/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

ENGINE, Unreal. Unreal Engine Documentation. Disponível em: <<https://docs.unrealengine.com/en-US/index.html>> Acesso em: 08 Dez. 2019.

FILHO, Domingos Vieira. Breve História das ruas e praças de São Luís. Brasília: Editora Olímpica, 1971.

GEIS, Justin. Import Sketchup files to Unreal Engine with Datasmith. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uhw2DwcoXr8>> Acesso em: 08 Dez. 2019.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/>> Acesso em: 08 Dez. 2019.

KIM, Gerard Jounghyun. Designing Virtual Reality Systems – The structured approach. Londres: Springer, 2005.

KLEINA, Nilton. Cardboard, o óculos de papelão da Google para enxergar realidade virtual. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/google-i-o-2014/58297-cardboard-oculos-papelao-google-enxergar-realidade-virtual.htm>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

LANDIM, Paula da Cruz. Desenho de Paisagem Urbana. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

LÉVY, Pierre. O que é virtual?. São Paulo: Editora 34, 1996.

LÉVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIMA, Carlos. Caminhos de São Luís: ruas, logradouros e prédios histórico. São Paulo: Editora Siciliano, 2002.

LIRA, Gabriel. Double Diamond: saiba como usamos essa metodologia na gruv. Disponível em: <<https://blog.gruv.com.br/como-usamos-o-double-diamond-na-gruv/>> Acesso em: 16 Nov. 2019.

LYNCH, Kevin. A imagem da cidade. 3 ed. Portugal: Editora 70, 2009.

MAGALHÃES, César. Tipos de Realidade virtual. Disponível em: <<http://www.pontojovem.net/2015/11/tipos-de-realidade-virtual/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.



MANNING, Ryan. Unreal Engine 4 - Interior Lighting (Basics). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xUEEIOyyKVo>> Acesso em: 08 Dez. 2019.

MARQUES, Marcos et al. Representação do sítio arqueológico da Pedra de Ingá com realidade virtual. LabTeve, Pernambuco, 2009.

MENDES, Camila Faccioni. Paisagem Urbana: Uma mídia redescoberta. São Paulo: SENAC, 2006.

MEUSBURGER, Rose. O que é patrimônio material e imaterial?. Disponível em: <<https://www.elaborandoprojetos.com.br/o-que-e-patrimonio-material-e-imaterial/#.XclhPVdKiUI>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

MESQUITA, Liana de Barros. Compreensão Ecológica da Paisagem: Texto do curso de extensão - Pensar a paisagem, projetar o lugar; Laboratório da Paisagem/CECI, UFPE, Recife, 10 a 20/09/ 2001

MORAES, Júlio. Sensorama; A primeira RV do mundo nasceu em 1955. Disponível em: <<https://www.updateordie.com/2019/05/03/sensorama-a-primeira-rv-do-mundo-nasceu-em-1955/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

MORAES, Antonio Carlos Robert. Geografia: Pequena história crítica. 17 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1999. 138 p. Série Linha de Frente.

MOREIRA, Ruy. O que é a Geografia. 14 ed. São Paulo: Brasiliense, 1994. 113 p. Coleção Primeiros Passos.

MULLER, Léo. Google vai preservar monumentos históricos através de realidade virtual. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/cultura-geek/129332-google-preservar-monumentos-historicos-realidade-virtual.htm>> Acesso em: 11 Dez. 2019.

MUNHOZ, Vinicius. Testamos todos os óculos de VR da atualidade: qual deles se saiu melhor?. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/realidade-virtual/109434-testamos-oculos-vr-atualidade-deles-saiu-melhor.htm>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

OGUSKO, Thiago Toshio. Ferramentas para desenvolver conteúdo imersivo VR. Disponível em: <<https://medium.com/@ogusko/ferramentas-para-desenvolvedor-de-conte%C3%BAdo-xr-e265c2ef72a2>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

PARISI, Tony. Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web and Mobile. Sebastopol, Ca: OREILLY, 2015.

PEREIRA, Ivo. Realidade virtual. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/ist170613/>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

PINHEIRO, Wilma Fernandes. Modelagem Tridimensional: O uso do programa Google Sketchup na representação do projeto arquitetônico. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2013.

PRADO, Bárbara Irene Wasinski. Paisagem Urbana de São Luís: transformação das formas e arranjos naturais na Ponta D'Areia. 1. ed. 2006.

REIS, José Ribamar Sousa dos. ZBM: O reino encantado da boêmia. Edição 1, 2010.

RIBEIRO, Nuno. Multimédia e tecnologias interactivas. 2. ed. Lisboa: FCA, 2007.

RODRIGUES, Gessica Palhares ; PORTO, Cristiane de Magalhães. Realidade Virtual: Conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. Interfaces Científicas, Aracaju, V.01, N.03, p 97-109, junho 2013.

ROSSI, Aldo. A arquitetura da cidade. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

SECTUR, Secretaria da Cultura. Convento das Mercês. Disponível em: <<http://www.sectur.ma.gov.br/convento-das-mercês/#.XcIn11dKiUI>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

SILVA, Eduardo Araújo. Ciberespaço e Cibercultura: Definições e Realidades Virtuais Inseridas na Práxis do Homem Moderno. Disponível em: <[https://www.pedagogia.com.br/artigos/ciberespaco\\_cibercultura/index.php](https://www.pedagogia.com.br/artigos/ciberespaco_cibercultura/index.php)> Acesso em: 11 Nov. 2019.

SOUSA, Priscila Carvahô Mendes. A importância do patrimônio histórico como instrumento de preservação da memória. Disponível em: <<https://monografias.brasil.escola.uol.com.br/historia/a-importancia-patrimonio-historico-como-instrumento-preservacao.htm>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

SPIRN, Anne Whiston. O Jardim de Granito: A Natureza no Desenho da Cidade. São Paulo: Edusp, 1995. 345 p.

TRENTIN, Patrícia. O patrimônio cultural edificado e sua gestão: A preservação e conservação do patrimônio histórico na cidade moderna. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/06.012/1660>> Acesso em: 11 Nov. 2019.

WADSTEIN, Mathew. WTF Is? Lightmass Importance in Unreal Engine 4. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2LEuPveQfWg>> Acesso em: 08 Dez. 2019.