



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
DEPARTAMENTO GESTÃO, MÍDIAS E TECNOLOGIA
CURSO ANIMAÇÃO

Álvaro Cacciatori Morona

Design e Produção de Cenários Modulares para Jogos Digitais:
Do Planejamento à Otimização

Florianópolis
2023

Morona, Álvaro Cacciatori

Design e Produção de Cenários Modulares para Jogos Digitais:
Do Planejamento à Otimização / Álvaro Cacciatori Morona ;
orientador, Flávio Andaló, 2023.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, ,
Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. . 2. Design de Cenários. 3. Games. 4. Projeto. 5.
Otimização. I. Andaló, Flávio. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. . III. Título.

Álvaro Cacciatori Morona

**Design e Produção de Cenários Modulares para Jogos Digitais:
Do Planejamento à Otimização**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Animação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Animação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de Julho de 2023.

Prof. Flávio Andaló, Dr. Coordenador do Curso de Animação UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Flávio Andaló, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Luís Fernando Gonçalves De Figueiredo, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Gabriel de Souza Prim, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Professor/a Orientador/a
Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

A criação de qualquer produto, seja este físico ou digital, é acompanhada por uma etapa de produção, e desta de outras que são usadas para guiar e otimizar o processo como um todo. Apesar de cada criação ter suas especificidades e estarem em mídias diferentes, a lógica do *design* será a mesma. Videogames são produtos que contém múltiplas áreas do conhecimento e processos complexos, logo seus mecanismos precisam ser realizados de forma gradual e por meio de revisão das etapas. Por meio da criação de um projeto prático, baseado no *Brooklyn* dos anos 60, e por meio de abordagens qualitativas e exploratória a partir do estudo de outros autores, este seguinte artigo tem como objetivo a análise e estudo de um desses importantes passos: o cenário digital para games.

Palavras Chaves

Design; Processos; Cenário; Videogames; Etapas

Abstract

The creation of any product, be it physical or digital, is carry by a production stage, and from these, others stages are used to guide and optimize the process as a whole. Despite each creation having its specificities and being in different media, the design logic will be the same. Videogames are products that contain multiple areas of knowledge and complex processes, so their mechanisms need to be carried out gradually and by reviewing the steps. Through the creation of a practical project, based on Brooklyn in the 1960s, and through qualitative and exploratory approaches based on the study of other authors, this article aims to analyze and study one of these important steps: the digital landscapes for games.

Keywords

Design; Processes; Landscape; Videogames; Steps

1. Introdução

Projetos são constituídos essencialmente de processos e etapas para a concretização de um conceito final. Seja um projeto arquitetônico, um produto ou um vestuário, embora a finalidade funcional e a mídia sejam diferentes, as suas etapas de produção são semelhantes e análogas, pois todas seguem a lógica presente no *design*. Concepção, planejamento, organização e execução são fragmentos comuns a todos. Áreas do entretenimento não fogem a essa regra, um *game* (jogo digital), por exemplo, apresenta várias segmentações dentro de uma produção, que executam diferentes funções, para se criar um produto final. Sendo que cada fragmento desses procedimentos também apresentam suas próprias cadeias de produção: a concepção, o roteiro, o *design* e a programação. E o mesmo vale para cada etapa, onde cada possui várias ramificações da cadeia produtiva. O desenvolvimento de um cenário, por exemplo, também envolveria múltiplos processos.

O cenário é a parte que integra os agentes virtuais à interatividade da experiência digital, tratando de criar o universo e situando principalmente o jogador no espaço, tempo e enredo pretendido da produção, sendo que seu planejamento é o ponto crucial para sua execução otimizada e coerente com a ideia pretendida pelos desenvolvedores. Peter Deleon, pontua: “Um elemento importante da maioria dos modelos, simulações ou jogos, é o “cenário”, que delineia a concepção do modelador de tudo o que ele está tentando representar” (DELEON, 1973, p.7).

O seguinte artigo, por meio de metodologias sistêmicas do design e de referências de autores, tem como o objetivo criar processos e etapas para o desenvolvimento de um cenário de um *game*, por meio da análise do desenvolvimento de um cenário próprio do autor baseado no *Brooklyn* dos anos 1960, assim como a análise todos os fragmentos de seu processo produtivo. Antes da entrada no tema em si, é importante entender conceitos referentes a gestão de projetos e principalmente à concepção de um *game*.

2. Planejamento e Concepção de um Projeto

O planejamento de um projeto consiste na projeção e concepção de uma cadeia sistemática produtiva onde têm como objetivo a convergência em um objetivo em comum. Muitas engrenagens funcionam sozinhas, outras estão intrinsecamente dependentes uma das outras. Mudar um desses elementos muitas vezes pode ser catastrófico para o bom funcionamento do produto final (FULLERTON, 2008). Há muitas metodologias e formas de se planejar e executar um projeto, mas todas consistem em basicamente de quatro elementos fundamentais para um produto final eficiente e principalmente coerente com finalidade dos autores: necessidades, *design*, desenvolvimento e teste. (SUNDSTRÖM, 2012).

A necessidade baseia-se nas ferramentas e conhecimentos que serão necessários para a cadeia produtiva. Muitos destes só serão percebidos quando uma das etapas encontrar um problema, mas antes da concepção de um projeto é importante ter a consciência sobre o que deverá ser utilizado e aprendido antes de se entrar na produção. É muito importante ter essa noção, pois evitará que algum mecanismo esteja mais frágil que outro e principalmente impedirá muitas voltas a processos que já deveriam estar finalizados. Para a concepção do referente cenário desenvolvido, foi necessário possuir um equipamento adequado, com memória e ferramentas gráficas, conhecimentos específicos em *softwares* e principalmente como organizar as etapas de produção de um cenário próprio de forma eficiente. O *design* se refere primeiramente aos planejamento dos processos que serão utilizados ao longo do percurso, não apenas pensando esteticamente, mas principalmente também organizacionalmente (LENZHOLZER et al., 2013). Todo projeto, seja qual for a área, necessitará de conceitos do *design*, mesmo se estes forem utilizados de forma supostamente intuitiva, sem o uso de uma metodologia específica, para o bom funcionamento da sua produção. O desenvolvimento consiste na execução das tarefas definidas nos estágios anteriores, concretizando as ideias e conceituações produzidas antes dessa fase. Processos como modelagem, texturização, iluminação e montagem são encontrados dentro dessa fase na criação de um cenário. Estes, após sua finalização, serão novamente acessados na testagem, onde todos os passos anteriores serão conferidos, e em caso de

problemas, soluções precisarão ser encontradas na forma de uma revisão da etapa anterior.

2.1. Conceitos do Design para o planejamento e execução de processos

As etapas do *design* são baseadas no cenário de planejamento de um determinado produto. Aqui, entende-se por “cenário”, as regras e processos necessários para a execução de um determinado projeto (TAKEDA et.al,1990). Sua ideia central baseia-se primeiramente como um processo de integração entre as restrições impostas pelos problemas, a mídia utilizada e o próprio design (MOSTOW ,1985). Ou seja, são etapas da produção de um projeto a fim de solucionar problemas, tanto referentes ao planejamento quanto na produção. Estas podem variar conforme sua metodologia e também na área de atuação, porém a ordem sistêmica básica a ser seguida é: protótipo, produção e teste (WIDYANIL , 2013).

A etapa produtiva começa com o chamado *brainstorming*, antes da prototipagem, referente à conceptualização de ideias. Csikszentmihalyi *apud* Fullerton (2018) descreve o processo criativo inicial através de cinco estágios: preparação, incubação, entendimento, avaliação e elaboração. Mesmo em um processo com maior liberdade ou não sistematizado, inconscientemente os processos de *design* estão presentes em uma relação produtiva.

No caso de *games* ou outros produtos audiovisuais como animações, pode-se incluir a etapa de pós-produção após a testagem, onde elementos adicionais são colocados com o propósito de aumentar a interatividade com o universo, como trilha sonora e efeitos de partículas (fumaça, folhas caindo, etc.). O *Design* auxilia a etapa produtiva a deixar todas as engrenagens funcionando. Um jogo digital possui muitas cadeias que deverão trabalhar em sintonia para melhor finalizar o trabalho final, seja a parte artística ou técnica. Uma diretriz deverá ser seguida e fiscalizada em todas as etapas.

Design de ambientes interativos, como são os casos de *games*, possuem a opção de balancear entre o que já está inato e o que pode ser modificado pelo jogador, produzindo uma metáfora interativa, levando sempre em considerações as regras do universo preestabelecidas pelos designers (KLABBERS, 2003).

3. Um olhar sobre o Game Design

É necessário, antes de aprofundar os processos e meandros de um desenvolvimento de cenário para um jogo virtual, analisar os conceitos que circundam o *Game Design* como um todo, uma abordagem do *design* voltada estritamente para a produção de jogos, pois antes de analisar de forma aprofundada uma etapa da produção, é necessário entender toda a sua cadeia, e principalmente os elementos produtivos que o circundam.

Chris Crawford, em *The Art of Computer Game Design* (1982), conceitua um *game* como sendo uma representação artística de um fenômeno, onde a precisão da realidade não é necessária para transmitir uma emoção ao jogador que interagirá com a obra, a fantasia oferecida ao jogador é a chave fundamental para se produzir um jogo psicologicamente real. A tarefa de um *designer* de jogos não se trata apenas de planejamento da narrativa, e sim de todo o mundo e espaço presente no jogo, como ele funcionará e como pode ser interagido pelo jogador (JENKIN, 2002). Por ser um processo mais artístico, há uma maior liberdade em certos aspectos da produção, modelos virtuais, por exemplo, não precisam ter uma funcionalidade como no mundo real, porém eles devem respeitar as regras estéticas propostas na pré-produção, para que através de códigos da programação possam ocorrer as ações jogáveis. Na pré-produção são definidos elementos como gênero, jogabilidade, personagens desafios e narrativa. (TRENHOLME et.al, 2008).

O estudo de jogos em geral, não apenas virtuais, recebe o nome de “ludologia”. Gonzalo Frasca (2003) elaborou um maciço estudo sobre o tema no livro “Simulation versus Narrative”:

No entanto, é importante ter em mente que o objetivo final da ludologia não é uma tentativa caprichosa de desvendar a imprecisão técnica do paradigma narrativo. Enquanto disciplina formalista, deve centrar-se na compreensão da sua estrutura e dos seus elementos – nomeadamente das suas regras – bem como na criação de tipologias e modelos para explicar a mecânica dos jogos (Frasca, 2003,p.2).

Ou seja, em todo jogo, além da criação do universo virtual que será interagido pelos jogadores, é necessário estabelecer suas dinâmicas, de quais formas as ações podem ser tomadas e escolhida, quais lugares poderão ser acessados e

quando, o quê poderá ser visto, etc. E tudo precisará estar definido antes da produção.

A interação entre o jogador e o universo virtual proposto pelos designers é chamada de *gameplay*, assim contextualizada: “Uma ou mais séries de desafios ligados causalmente em um ambiente simulado”(ROLLINGS et.al,2003,p.1). Esta, não está apenas relacionada com a programação dos personagens controláveis, mas também com a construção do ambiente e como este pode afetar as escolhas dos jogadores, além de fornecer as limitações e liberdades que ele terá.

3.1. Idealizando um game

Assim como em qualquer criação de produto, antes de sua prototipagem, há a sua idealização, ou seja, a elaboração de sugestões e escolhas que serão realizadas até o protótipo final. Em uma produção de um *game*, essa concepção inicial é feita de uma forma mais artística que um produto físico, visto que não há a necessidade da funcionalidade, logo há mais espaço para uma fruição criativa por parte dos desenvolvedores. Criatividade refere-se sobretudo à resolução de problemas. Fullerton (2018) define que as ideias não surgem do ar, e sim da absorção de experiências vivenciadas.

A primeira coisa a entender sobre ideias é que elas não surgem do nada — mesmo que pareçam surgir algumas vezes. Grandes ideias vêm de uma grande entrada em sua mente e sentidos. Viver uma vida plena — cheia de curiosidade, pessoas interessantes, lugares, pensamentos e eventos — é o ponto de partida para ser uma pessoa cheia de ideias (FULLERTON, 2018, p.148).

A produção de um *game* envolve uma cadeia de requerimentos que deverão ser completados antes de seguir para um próximo estágio, casos estes estiverem incompletos, desnecessários problemas podem surgir por falta de planejamento dos processos (SUNDSTRÖM ,2012). Mesmo em produções caseiras, que não necessitem de uma grande equipe, os processos são necessários para a construção de uma grande cadeia que resultará no produto final, logo, a sua prototipagem é um pilar essencial, visto que será a partida inicial que guiará todos os outros processos, mesmo aqueles não artísticos, como a programação.

Torna-se interessante e essencial a definição de certas mecânicas que serão utilizadas no universo do *game* e que guiarão os próximos passos da produção, visto que mesmo um produto de entretenimento digital necessita que regras sejam definidas e seguidas: como o jogador interagirá com o ambiente, de que forma ele controla o personagem, qual o seu objetivo, etc. Fullerton (2018) define algumas perguntas a serem feitas antes da produção para configurar detalhes formais do produto, como: “Qual o conflito do jogo?”, “Quantos jogadores podem jogar?”, “Qual é o público-alvo?”, “Quais plataformas o jogo funcionará?”, São questionamentos importante que formam o caráter mercadológico de um *game*, e não apenas artístico.

A narrativa também é uma peça importante que compreende a conceptualização de um jogo, pois ela guia o jogador através do ambiente digital interativo. Porém, nem todo *game* necessita de uma história (JENKINS, 2002), eles podem ser usados como forma abstrata ou subjetiva, onde a mecânica do jogo se sobressai sobre o enredo do universo. Para um jogador compreender o funcionamento desses tipos de interação, outros elementos precisam se sobressair, como um *design* de interface eficiente que seja autoexplicativo, onde informações mais diretas e objetivas serão trazidas para o jogador (JENKINS, 2002).

3.2.Utilizando *Game Engines*

Games Engines (Mecânismo de Jogos ou Motor Gráfico), ou comumente chamadas apenas de *Engines*, referem-se a softwares de computação gráfica que suportam as exigências necessárias para a montagem e criação de um jogo digital, tendo recursos como iluminação, programação, renderização, sistema de física, som e *interface* que auxilia o fluxo de trabalho dos desenvolvedores (FRITSCH et al.,2004). É uma parte importante decidir qual será usada, em muitas empresas, adaptações são realizadas de acordos com a necessidade do *game* produzido ou inclusive há a criação de *Engines* próprias, onde os criadores têm total controle de manipulação.

Uma *game engine* é o coração de qualquer jogo de computador. Muitas vezes, o mecanismo é altamente acoplado ao jogo e exclusivo desse jogo. Um mecanismo projetado adequadamente, no entanto, é modular, reutilizável e flexível o suficiente para ser usado em vários jogos semelhantes. Um mecanismo de jogo geralmente é projetado e otimizado para um determinado tipo de jogo. Esses tipos incluem jogos de tiro em

primeira pessoa, jogos de estratégia em tempo real e simulações de veículos, para citar alguns dos mais populares. (HARRISON, 2003, p.16)

No projeto desenvolvido para o artigo em questão, a *Game Engine* escolhida foi a *Unreal*, um motor gráfico desenvolvido pelo fundador da *Epic Game*, Tim Sweeney, em 1998 (THOMSEN, 2010). Sendo que sua versão mais recente, e a que foi utilizada, é a *Unreal 5*, lançada em 2022. Apesar de se popularizar na indústria de jogos digitais, é amplamente utilizado em outras áreas que necessitem de um suporte gráfico mais avançado, como visualização de arquitetura e produtos, efeitos visuais para produções audiovisuais e inclusive simulações realísticas, como automobilísticas. A escolha por ela foi motivada pela sua ampla utilização no mercado de *games* atual, por ser uma plataforma gratuita e pelos seus recursos de alta resolução oferecidos: otimização de recursos com a ferramenta *Proxy Geometry*, que elimina de polígonos desnecessários, iluminação do ambiente através da *Volumetric Cloud*, *Sky Atmosphere* e *Sky Light*, detalhamento da geometria com o *Nanite* e Mapa de Sombras Virtuais, iluminação global através do sistema de luzes *Lumen* e suporte de texturas grandes através do *Streaming Virtual Texturing* (UnrealEngine, 2023).

4. Idealização e Representação de um cenário para jogos

Após a compreensão das estruturas de um projeto, principalmente associados ao design de um *game*, os seguintes capítulos abordarão o foco do artigo, o *design* e planejamento do cenário. Aqui, por cenário, entende-se a construção de paisagens e do ambiente em que o universo do determinado jogo se passará. Este é concomitantemente dependente da proposta inicial de um projeto de um *game*, pois este pode ser tanto concreto, com modelos e objetos reconhecíveis no mundo real, tanto abstratos, como simplesmente um fundo branco.

O cenário não só é um auxílio na contextualização do ambiente, como também ajuda na compreensão pelo jogador das mecânicas e regras que podem ser executadas, como onde são os locais que podem ser usadas ou o que pode executar uma ação. A proposta do artigo se dá na criação de cenários modulares, que, poderão ser utilizados na montagem de um cenário funcional para um determinado *game*.

Cenários modulares são conjunto de chamados *assets* (objetos prontos para serem colocados na cena de um jogo), que são juntados para formar um ambiente, ou outros objetos maiores. Em vez de modelar um prédio inteiro, por exemplo, cria-se janelas, paredes, portas e adornos que são unidos para a construção do edifício, sendo que pode ser reutilizados para variar a forma do modelo.

O principal desafio encontrado no planejamento de um ambiente digital eficiente é a contação de uma história ou instruções para o jogador sem outros recursos narrativos, apenas visuais. Brown (2008) corrobora com essa ideia em “*A Plague to Montreal*”:

Os jogos tentam criar essa sensação de “habitar o espaço”, não apenas permitindo que o jogador projete sua consciência em um avatar que pode responder ao ambiente, mas também simulando um ambiente que responde ao jogador. Quanto mais essas respostas simuladas imitam a causalidade como experimentada no mundo real, mais convincente é a sensação de habitar o mundo virtual. As respostas mais complexas simulam uma completa inter-relação entre o ambiente virtual e o jogador: uma ecologia. (BROWN, 2008, p.12)

A interatividade presente em uma paisagem virtual é o principal truque que os jogos digitais utilizam para situar espacialmente o jogador, sendo essa limitada pelas escolhas do *designer* (LONGAN, 2008). Cabendo a esse profissional direcionar o olhar para o que deve ser mostrado em cena, não apenas a criação do ambiente está em suas mãos mas também o que deverá ser visualizado e o que permanecerá oculto.

A imersão também é tarefa pertencente ao *designer* de cenário, sendo um ponto primordial para o jogador se ambientar no universo narrativo. McMahan (2003) define três condições primordiais para se criar um ambiente imerso em um espaço 3D: as expectativas do jogador sobre o jogo devem corresponder às convenções do próprio ambiente, as ações do jogador devem ter um impacto não-trivial no ambiente e as convenções atribuídas ao universo devem ser consistentes com a proposta do jogo.

Fuller et al. (1995) utilizasse do termo “*eye candy*” (olho doce) para se referir à detalhes presentes em cenários de videogames que são usados para composição da contextualização do ambiente. Por exemplo, em *Street Fight II* (1991) o jogador é levado à arenas de luta ao redor do mundo, e em cada local há elementos e paisagens comumente associadas a essas localizações, contando com esteriótipos

e sensores comuns. Na Índia, por exemplo, um templo aparece ao fundo, com elefantes indianos ou na China, a luta ocorre em um popular mercado de rua, placas em chinês e pessoas vestindo vestimentas típicas preenchem as ruas (FULLER et al., 1995). O jogador poderia identificar geograficamente esses locais mesmo sem esses elementos adicionais, porém eles servem para reforçar o senso de interação, contextualização e principalmente ambientação. Logo, a produção de um cenário para *games* está intrinsecamente ligada a ambientação do seu universo pré-definido nas etapas iniciais da produção, e todos os seus elementos e objetos presentes devem ter coerência com a proposta inicial.

5. Pré-Produção de um Cenário Digital

A primeira etapa no desenvolvimento de um cenário é a pré-produção, que envolve a busca de referências visuais, a contextualização, a criação de conceitos visuais e o planejamento. As exemplificações serão baseadas no projeto prático de autoria do autor sobre um cenário baseado no *Brooklyn* dos anos 1960. As etapas serão usadas para demonstração e confirmação das teorias.

As referências se baseiam na criação de um painel semântico que são usados pelo *designer* para criações estilísticas, embasamento histórico, geográfico ou social e similaridade com o espaço. No caso do projeto prático, foram procuradas imagens que retratem a arquitetura do *Brooklyn*, os objetos mais presentes e marcantes e como as ruas são organizadas e planejadas. Na Figura 1, está o painel semântico, ele contém as principais referências usadas para identificar os elementos que simbolicamente identificam uma imagem visual como pertencente ao *Brooklyn*. Claro que um observador precisa de um certo conhecimento prévio para poder se localizar geograficamente, outros elementos podem ser usados em um *game* completo para auxiliar o jogador a reconhecer o espaço.

Figura 1 (Painel Semântico)



Fonte: Montagem elaborada pelo autor.

A partir do painel semântico, pode-se identificar os símbolos visuais que mais comumente aparecem nas cenas selecionadas, por meio de comparações entre as imagens, pois são essas que possibilitam identificar geograficamente e historicamente o local. Qualitativamente, os elementos mais marcantes identificados nas imagens, e que possuem uma alta constância de aparecimento são : arquitetura Romântica/Clássica, ruas arborizadas, varanda de ferro, escada na porta de entrada, cercas e casas coladas uma nas outras.

5.1. Estudo do contexto histórico e geográfico

O contexto relaciona-se com a localização geográfica, histórica e social utilizado pelo desenvolver para situar o jogador. Podendo este ser baseado na realidade, como no caso do projeto prático deste artigo, ou fictício, onde o universo novo deve ser criado e apresentado tanto na parte visual quanto narrativa. No caso de um contexto baseado no mundo reconhecível, é importante absorver os principais símbolos imagéticos que fornecem a representação visual mais reconhecível para o público. Muitas vezes, é necessário ter um conhecimento prévio para reconhecer o contexto, claro que mesmo assim não afetará a jogabilidade, e em um *game* completo há outros recursos não visuais que explicitam a situação. Por exemplo, no

caso do *Brooklyn*, a arquitetura característica (os chamados *browstones*), unido a calçada retilínea com uma rua estreita, as árvores e postes paralelos e principalmente as varandas de ferro que seguem horizontalmente e verticalmente os prédios são elementos que representam o imaginário do “ser” *Brooklyn*. Essa generalização é o que possibilita o reconhecimento geográfico para o usuário final. Essa semelhança entre elementos em comum de uma mesma localidade pode ser conceitualizada como “familiaridade”. “Locais familiares oferecem pistas sobre a função de um local e os eventos que provavelmente ocorrerão ali. Se vemos uma cozinha, não esperamos encontrar um ferreiro fazendo ferraduras”(ADAMS, 2002, Online).

No caso da contextualização histórica, um estudo aprofundado torna-se necessário, pois ajudará tanto na localização temporal quanto no entendimento espacial e como isso pode ser usado na criação dos *assets* usados e na própria montagem do cenário. No caso do *Brooklyn*, por exemplo, sua arquitetura marcante, os “*browstones*”, se popularizaram no final do século 18 e início do 19 devido a um renascimento da arquitetura grega e clássica em Nova York e principalmente porque os seus tipos de tijolos eram mais baratos que a mármore, logo ficavam acessíveis para a classe média (LOCKWOOD, 2017). A Revolução Industrial, na metade do século 19, acelerou o processo de construção dos edifícios, o que resultou em um casamento entre o gosto popular pelo Classicismo Romântico e a rápida urbanização na cidade (StreetEasy, 2018, Online). Essa arquitetura típica se espalhou em muitas regiões de Nova York, na Zona Leste, Oeste, no Harlem e no Brooklyn. O imaginário desse tipo de arquitetura no Brooklyn se popularizou principalmente no chamado “Brooklyn Heights”, um bairro onde as ruas arborizadas e os *browstones* predominam na paisagem, e é a principal referência para a criação do projeto prático do artigo.

5.2. Criação de Conceitos Visuais

Após a confecção do painel semântico, para absorção de informações referentes ao que simbolicamente será usado para representar o determinado ambiente, cria-se conceitos visuais próprios, focalizando nos principais elementos que contextualizam o ambiente. Aqui, a fruição artística é bem-vinda, pois o que importa é a ideia, e não necessariamente a forma. O *designer* tem a liberdade

artística e estilística de criar desenhos que também serão utilizados como referências, porém aqui há a absorção do painel semântico para produzir imagens próprias com a mistura dos elementos selecionados que auxiliará na produção para a modelagem dos *assets*. É interessante a utilização de vários enquadramentos, mesmo que o produto final será em 3D, para melhor aproveitar e absorver a informação dos vários ângulos que serão utilizados.

Na Figura 2, encontra-se o quadro de *Concept Arts* desenvolvidos para o projeto prático. Estes foram baseados na referências selecionadas, com a incorporação dos principais elementos identificados no Gráfico 1.

Figura 2 (Painel Concept Arts)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Jenkins (2002) define o princípio de “ambiente contador de história”, onde a organização da trama é diretamente relacionada com a geometria e disposição espacial do ambiente. A criação desses conceitos artísticos também são fundamentais para a ambientação que o *designer* deseja transmitir e essa será executada na produção.

5.3. Planejamento de um cenário

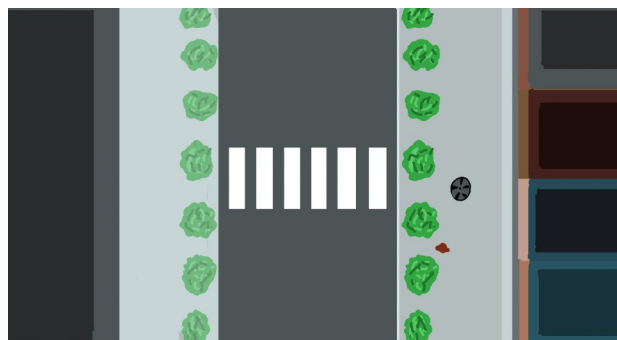
Em videogames, a paisagem digital oferece uma experiência subjetiva ao jogador, uma vez que este consegue direcionar interativamente seu olhar e explorar o ambiente ao redor (LONGAN, 2008), pois diferentemente de um filme, em jogos, os desenvolvedores não controlam com total liberdade o quê será visto em cena. O

planejamento de um cenário para videogames envolve além do planejamento de caminhos por onde o jogador pode interagir, a contextualização do universo.

Para o planejamento, conceitos da Arquitetura e do Urbanismo podem ser usados na teorização dos processos e como recurso a ser usado no *game design*. O chamado *Urban Design* se refere à modelagem de espaços tridimensionais a fim de melhorar não apenas a estética do ambiente mas também a relação entre as pessoas e o entorno (WALL et al., 2009). No caso de videogames, o jogador precisa de um guia visual, referente à disposição dos objetos, para realizar suas ações ou para se localizar no cenário. Além de que este precisar ser coerente com a proposta visual desejada. No caso do projeto prático, mesmo que o foco é a construção de cenários modulares, que futuramente podem ser utilizados em produções inteiras de um jogo digital, é interessante a criação de um cenário completo para fins de demonstração de como seus elementos podem ser associados e combinados.

Na Figura 3, o planejamento foi baseado em uma típica imagem associada às ruas no *Brooklyn*, estas baseadas na escolha do painel semântico e dos *concept arts*, com ruas estreitas e calçadas arborizadas paralelas e com uma estrada separando as duas.

Figura 3 (Planejamento Cenário)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A principal função da Arquitetura, segundo Adams (2003), dentro de videogames é apoiar a *gameplay*, já que estes não necessitam de uma

funcionalidade, sendo análogo à *set* de filmagens, onde sua função é de fortalecer a narrativa. Logo, a construção de elementos pertencentes ao *Brooklyn*, deverá ser coerente com a estética escolhida e principalmente com as características arquitetônicas que compõem sua paisagem.

Se a arquitetura fosse apenas para apoiar a jogabilidade por meio de restrição, ocultação e assim por diante, tudo poderia ser concreto cinza. Mas a arquitetura tem um papel secundário e ainda muito valioso a desempenhar: informar e entreter por si só. (ADAMS, 2003, p.8)

6. Produzindo um Cenário Digital

Após as criações de referências visuais bem como definições iniciais de geometria e estética das formas, a linha produtiva está pronta para passar para a etapa de produção propriamente dita, onde este planejamento inicial será posto em execução. Aqui os processos encontrados serão a modelagem de *props* (elementos utilizados para montar uma cena), a texturização, a iluminação e a renderização. Refinamentos e aprimoramentos também são feitos nessa fase, podendo necessitar de uma revisão da pré-produção. Apesar de em uma produção há a necessidade de uma sistematização nos processos de criação para uma melhor otimização e eficiência no produto final, na prática, o desenvolvimento se torna orgânico, onde pequenas mudanças podem ser realizadas durante a execução, e não apenas no planejamento. A seguir, as etapas produtivas serão detalhadas e exemplificadas.

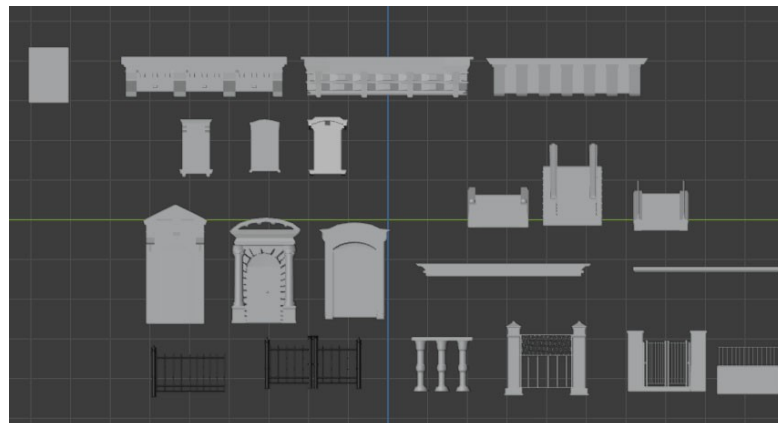
6.1. Modelagem e criação de objetos:

Modelagem 3D refere-se à modelagem digital através de polígonos gerados pelo software de modelagem sendo que a chamada malha é usada para formar a geometria do objeto (KOULAXIDIS et al., 2022). Aqui, os objetos desenhados e planejados são criados tridimensionalmente, ganhando a vida para estarem prontos para serem exportados para a *Game Engine* utilizada. Para o projeto prático, o software utilizado foi o *Blender*, que utiliza de uma modelagem orgânica, onde faces são inseridas, retiradas e distorcidas para moldar a forma desejada. É importante que estas peças sejam modulares, para que estes possam ser usadas na criação de

um cenário desejado. Para isso cada elemento de um edifício, janelas, portas, telhado e adornos, sejam feitos de forma que possibilitem um encaixe uns nos outros.

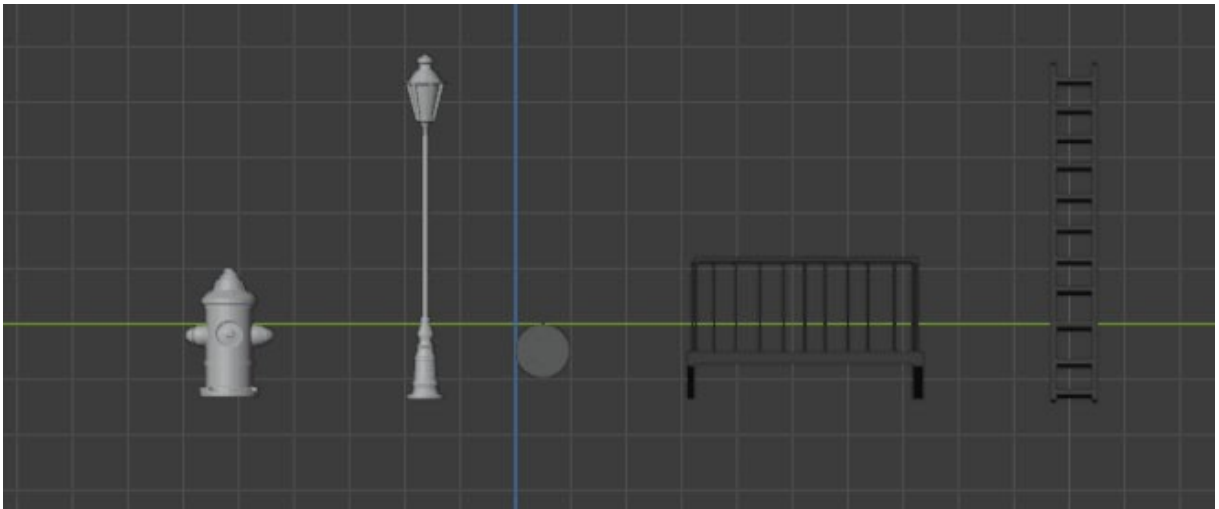
Na Figura 4, os módulos foram construídos baseados nas referências e principalmente nos *concept art*, sendo esses três janelas, três portas, três escadas, três cercas, três portões e três telhados. Sendo esses os módulos básicos para as construções das casas. Na Figura 5 há os *props* que poderão ser dispostos pelo cenário, estes, diferentemente dos elementos dos edifícios, podem ser mais genéricos em relação a sua forma e não tão variados (um de cada tipo é suficiente, por exemplo), pois muitos não têm uma característica marcante em relação a sua identificação com o *Brooklyn*, o hidrante, por exemplo, não possui nada que o distingue de outros hidrantes de outras partes do mundo. Apesar de que esses elementos, hidrante, tampa de bueiro, árvores e postes serem comumente ilustrados no imaginário do local, e necessitam estar presentes para aumentar o contexto. Novamente, esses elementos são escolhidos e identificáveis a partir de um estudo histórico, geográfico e principalmente visual.

Figura 4 (Módulos dos edifícios)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 (Elementos do cenário)



Fonte: Elaborado pelo autor.

As árvores foram um desafio a parte no quesito modelagem, devido à dificuldade em representar objetos naturais em ambientes 3D causado pelas formas curvas e orgânicas, além de quê elas podem possuir múltiplos elementos, como folhas (ADAMS , 2003). A solução pode ser utilizar formas planas para a criação de múltiplos objetos como o caso das folhas, ou a subjetivação da forma a partir do estilo estético pré-definido. A partir do *concept arts*, o estilo cartunesco foi escolhido para composição da cena, como representado na Figura 6. Logo, as folhas foram substituídas por uma forma mais simples com sua distorção. A texturização futura auxiliará a modelagem na construção da estética desejada.

Figura 6 (Árvore)



Fonte: Elaborado pelo autor

6.2. Texturização e criação da estética visual

Somado com a modelagem, que define a forma, a texturização é responsável por executar a decisão estética planejada na pré-produção. Aqui, informações como cores, rugosidade, relevo e demais características visuais do objeto são adicionadas ao modelo bruto. Carson (2000) define essa etapa de produção de um *game* como:

Os mapas de textura são nossos conjuntos de telas e a forma como escolhemos usá-los criará ou destruirá a história que estamos tentando transmitir. Mapas de textura não são papel de parede, mas nossa ferramenta para enganar o olho.(...) Quanto mais você conseguir em seus mapas de textura, menos polígonos você desperdiçará em detalhes frívolos. (Carson, 2000, Online)

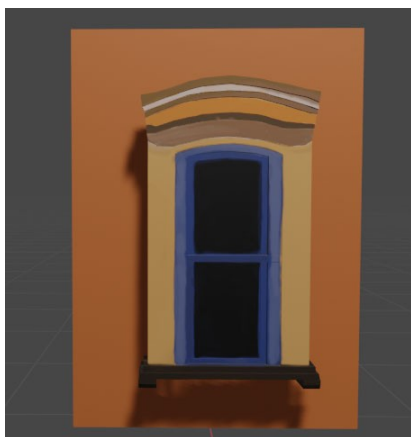
Mapas de texturas são referências a desenhos bidimensionais que cobrem o objeto e transmitem essas informações 2D em um objeto 3D. Podendo ser uma ferramenta extremamente poderosa para dar vida ao objeto. Um simples cubo, por exemplo, pode se transformar em um objeto mais complexo, como um cofre, pela simples adição de uma textura. Há também vários tipos de mapas, mapas de normal, por exemplo, simulam rugosidade na superfície, produzindo um efeito mais realístico, porém com mais consumo de memória (CHUAH, 2014).

As texturas são usadas principalmente para comunicar materiais e cores. Um único modelo de alta resolução de um edifício pode conter centenas de texturas de diferentes tamanhos, proporções e profundidades de cor. A carga computacional envolvida nessa forma de visualização significa que a renderização de uma única imagem desse modelo pode levar vários minutos (Trenholme , 2008, p.6).

Para o projeto prático, a estética das texturas foram baseadas nos próprios *concept arts*. Embora, estes, não possuem essa função como primordial, de definidora da estética artística, podem influenciar os desenvolvedores nessa escolha. Sendo um estilo baseado em uma pintura à mão a óleo, utilizando apenas de cores bases e de mapas de rugosidade e de metalicidade em alguns objetos, como no caso dos vidros e das barras de metais. Para atingir esses objetivos com mais precisão, o *software* utilizado foi o *Substance Painter*, devido à sua possibilidade de pintar os polígonos das malhas 3D com um pincel, como uma pintura 2D, o quê facilita a execução da determinada escolha estética.

Na Figura 7, há um exemplo de texturização de uma janela. A pintura semelhante a uma pintura e as manchas propositalmente guiaram a direção de arte para os elementos do cenário, o mesmo foi aplicado em todos os módulos.

Figura 7 (Janela Texturizada)



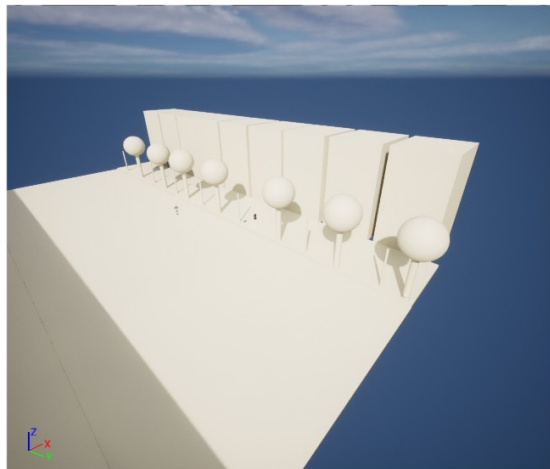
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3. Montagem dos módulos

Após a criação dos módulos do cenário, através da modelagem e texturização, os elementos já estão devidamente prontos para serem usados na montagem de uma cena completa, onde ações e mecânicas de um jogo serão executadas. Os módulos correspondem a partes desmontadas, principalmente de edifícios, que a partir dessa etapa serão unidos, formando o universo em que o *game* se passará.

Primeiramente, se realiza o processo de blocagem, referente à criação de blocos maciços, que podem ser criados na própria *engine* onde o cenário será criado, como a *Unreal*, que indicará onde cada objeto ficará locado. É uma forma de pré-visualizar o arranjo dos blocos maiores de uma cena digital. Na Figura 8, a blocagem do projeto prático foi feita utilizando formas 3D simples: cubos e cilindros. Muitas vezes, a montagem dos blocos é feita ainda antes da própria modelagem, pois aqui o objetivo é essencialmente de localização espacial.

Figura 8 (Blocagem do projeto)

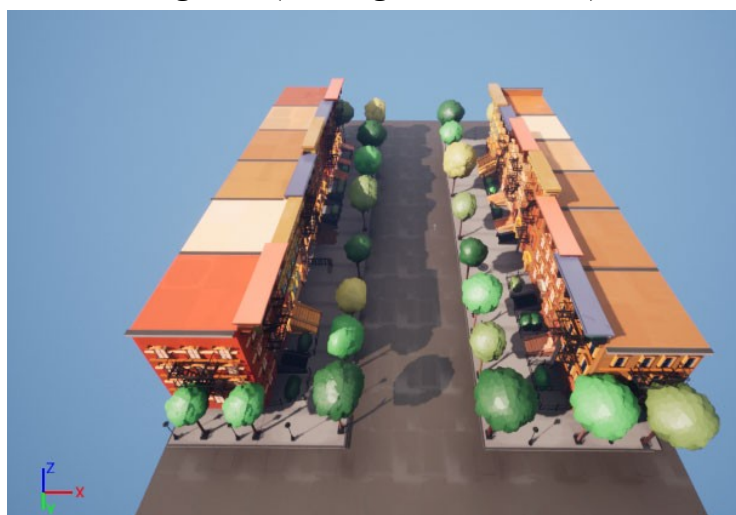


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os módulos, nesse estágio, são juntados conforme a necessidade e planejamento do cenário para um determinado jogo digital. Considerando a criação de cenários modulares, que poderão ser utilizados para a construção de qualquer *game* que tenha as pretensões de usas das mesmas referências temporais, históricas e estéticas, o cenário de exemplo construído foi planejado para melhor visualizar os vários ângulos que podem ser aproveitados, além de propiciar um melhor aproveitamento de todos os módulos. Para isso um planejamento retilíneo foi o escolhido, pois além de possibilitar esse aproveitamento de todas as peças, é uma configuração urbana muito comumente encontrada no imaginário do *Brooklyn*, sempre baseado no painel semântico.

Os módulos dos edifícios foram unidos conforme a visualização típica de um prédio no *Brooklyn* a partir do painel semântico, com janelas alinhadas de forma horizontal e vertical, adornos enfeitam as paredes, varandas de ferro em algumas casas, portas com escada, outras no chão e cercas separando as paredes da rua. Além de uma grande arborização marcada por árvores que tangenciam a calçada e arbustos enfeitam as casas. Postes também são encontrados entre as árvores. Essa imagem visual típica de uma rua do *Brooklyn*, pode ter uma liberdade artística conforme o desejo e coerência na aplicação desse cenário em um *game* completo, porém este não pode excluir certos elementos que identificam geograficamente o local, como aqueles identificados no Gráfico 1. A Figura 9 retrata o processo da montagem do projeto prático.

Figura 9 (Montagem do Cenário)



Fonte: Elaborado pelo autor.

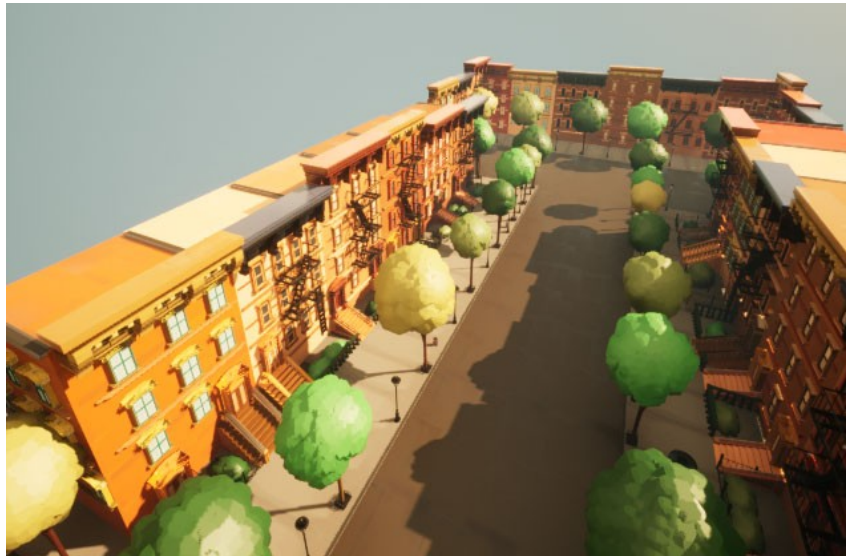
6.4. Iluminação e ambientação visual

A última parte referente à produção do projeto prático é referente à sua iluminação. Essa etapa é realizada juntamente a montagem dos módulos, pois a *engine* realiza esse processo automaticamente, porém cabe ao profissional de *design* aplicar as configurações mais adequadas referentes à proposta do projeto concebido em seu planejamento inicial, mudanças como cor da luz, intensidade e angulação podem ser feitas para realizar tal objetivo. Harrinson descreve o funcionamento de um sistema de luz em uma *Game Engine*:

O sistema de iluminação combina as cores de quaisquer luzes iluminando um pixel com as cores básicas especificadas para o pixel pelas definições de material e textura. (...) A integração é baseada no intervalo entre a posição do pixel e o ponto de vista. (HARRINSON, 2003, p.213)

No caso do projeto prático, a luz ambiente foi usada para enaltecer um dos lados da rua, com luz mais direta, enquanto o outro lado aparece mais sombreado. A intensidade da luminosidade também foi aumentada para propiciar mais sombras por partes dos objetos nas paredes, e a cor usada foi a amarela, que oferece uma estética de vivacidade, como ilustrada pela Figura 10. Além de que, um ambiente diurno, apesar de não propiciar o aproveitamento e potencialização das várias fontes luminosas, facilita a visualização dos objetos e cria um ambiente estético mais coerente com a proposta decidida na pré-produção.

Figura 10 (Iluminação Cenário)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da luz ambiente, há outros tipos de luz usadas em pontos específicos, estas são as mesmas em vários software de computação gráfica, inclusive na *Unreal*, são usadas para fornecer ambientação para o ambiente, apesar de cenas diurnas não favorecer sua visualização e objetivos, estas ainda podem ter utilidade em certos locais do cenário. Os tipos de luz mais comuns são direcional, *point* e *spot* (HARRINSON, 2003).

A iluminação também pode ser usada como recurso para indicar um caminho para o jogador pelo cenário, para focar em elementos que devem ser percebidos como importantes. Porém ao mesmo tempo é interessante deixar áreas do ambiente em sombras, pois também ajudam a formar o senso de caminho, além de auxiliar na criação de um sentimento específico desejado pelos desenvolvedores (CARSON, 2000).

Dentro de uma *engine*, o que define como um objeto vai reagir em relação a uma dada iluminação são os *shaders*, ferramentas que instruem a *GPU* (Unidade de Processamento Gráfico) sobre como certas imagens serão renderizadas em cena (REZENDE, 2013).

7. Otimização para cenários em ambientes digitais

Após a análise das etapas das duas primeiras etapas da criação de cenário, é interessante a análise de um importante elemento que se encontra durante a

Produção, sendo tão essencial que torna-se necessário a criação de um capítulo próprio: a otimização.

Por otimização, em computação gráfica, entende-se como técnicas e ferramentas utilizadas para regular o espaço de memória de acordo com as limitações do determinado hardware. Em jogos 3D, a limitação básica se encontra nos níveis de detalhe, logo maior o detalhamento dos modelos maior será a necessidade de memória (ADAMS, 2003). As malhas de objetos digitais tridimensionais são formados por polígonos, quanto maior o seu número maior será a quantidade de detalhes, logo mais realista será a cena, porém maior será o requerimento por processamento, quando renderizados eles serão convertidos em triângulos (KOULAXIDIS, 2022).

O funcionamento de um processamento gráfico é uma relação entre a *GPU* (Unidade de Processamento Gráfico) e a *CPU* (Unidade de Processamento Central), a renderização envolve o processamento de uma grande quantidade de dados (CHUAH, 2014).

O processamento de um dado objeto para ser visualizado em uma *engine* é chamados de *Draw Calls* (Chamadas de Desenho) são comandos enviados à GPU para procurar e processar vértices de triângulos de *assets* a partir de determinados estados em comuns, como *shaders* e dados posicionais, sendo que o processamento dos dados que irão para a GPU para serem renderizados é realizado pela CPU (Rezende, 2013). Quanto maior o número das Chamadas, maior será o processamento necessário.

Há várias formas para se realizar uma otimização eficiente, estas se baseiam sobretudo na relação entre *frame rate* (taxa de quadros renderizados por segundo) e a resolução do processamento.

A taxa de quadros e a resolução são fatores-chave que determinam o desempenho do jogo. Em geral, uma taxa de quadros mais alta proporciona uma jogabilidade mais suave do que uma taxa de quadros mais baixa e uma resolução mais alta fornece imagens de jogo melhores do que uma resolução mais baixa. Tanto a taxa de quadros quanto a resolução podem ser limitadas por hardware de baixa potência (placas gráficas ou processadores) ou pelo software do jogo de computador. (CLAYPOOL, p.1, 2009)

Um entendimento entre essa relação é necessária para que *designers* possam planejar um cenário da forma que este tenha uma otimização eficiente. Existe basicamente duas formas: uma realizada automaticamente pela *engine*

utilizada, a partir de ferramentas próprias já desenvolvidas e embutidas (esta será didaticamente chamada de otimização interna) e outra feita pelos desenvolvedores da cena em questão, usando de recursos e técnicas mais práticas (sendo esta chamada de otimização externa). Estas duas serão analisadas a seguir a partir das técnicas e ferramentas usadas no projeto prático.

7.1.Otimização Externa:

A chamada otimização externa envolve práticas que os *designers* podem realizar para diminuir o número de dados e polígonos usados, estes devem ser planejados previamente e aplicados na modelagem e texturização dos objetos utilizados em cena. A técnica mais básica envolve a criação de modelos com baixa quantidade de polígonos, os chamados *low poly* (KOULAXIDIS et al., 2022). Outro truque muito realizado é a utilização de objetos bidimensionais, geralmente uma textura aplicada a um plano, muito usado para compor o fundo da cena, e lugares inacessíveis para os jogadores (HARRISON, 2003).

Em relação às texturas, as principais aplicações que precisam ser feitas para melhorar o aproveitamento do uso de dados se diz respeito ao uso de texturas de menores tamanhos, que além de possibilitarem melhor detalhamento ocupam menor espaço de memória, além de que as *engines* possuem a opção de habilitar o chamado “*virtual texture*”, usado para organizar uma imagem grande em imagens menores (*Unreal*, acesso em 3 jun 2023). Há também outra forma de otimizar o uso de texturas que foi usada para o projeto prático, o uso de programas que integram vários materiais em uma única textura, no caso o *Substance Painter*, o que ajuda a melhorar a performance (*Unreal*, acesso em 3 jun 2023).

7.2.Otimização Interna:

Aqui, a chamada otimização interna é referente a processos de melhoramento de performance gráfica através de recursos encontrados no próprio *software* gráfico usado. Muitos deles são realizados automaticamente, não necessitando de uma interferência do *designer*, porém para este ter um melhor entendimento de como tornar seu trabalho eficiente, é essencial que conheça o funcionamento dessas ferramentas e como estas podem ser aproveitadas.

Batching Draw Call é uma operação de renderização realizada por muitas *engines* em que renderiza um conjunto de objetos que compartilhem o mesmo material (REZENDE, 2013). Logo, é interessante para o desenvolver utilizar o mesmo material em mais de um objeto. No projeto prático, várias texturas foram aplicadas em diferentes elementos pelo cenário, as cores bases das paredes são as mesmas dos telhados por exemplo. Esta apesar de ser uma técnica automática executada pelo *software*, o designer deve ter conhecimento dela para poder usufruir dela.

Há muitas maneiras de se reduzir o número de *Draw Calls*, estas são baseadas em reduzir o número único de malhas sendo renderizadas. A *Unreal* usa dois principais processos para tal objetivo: a combinação de malhas únicas e o *Visibility Culling* (Unreal, acessado em 5 de jun de 2023). A *engine* consegue combinar malhas para serem processadas e renderizadas juntamente, e a partir do *Visibility Culling* (Seleção de Visibilidade) o *software* renderiza apenas aquilo que será visto pelo jogador na câmera, esse é o principal motivo da modulação do cenário, não sendo eficiente a modelagem de prédios inteiros, por exemplo, assim, apenas os módulos visualizados serão renderizados, enquanto os outros permaneceram invisíveis aos olhos do processamento.

8. Testagem e renderização:

Após a abordagem dos processos envolvendo o planejamento, a produção e formas de otimizar um cenário de videogame, a última etapa de todo processo se encontra na testagem final. Claro que cada etapa passa por uma revisão do seu funcionamento e até uma volta ao passo anterior, porém, após todos esses processos serem concluídos e finalizados de forma coerente com o planejamento inicial, uma análise geral precisa ser feita, tanto com um olhar técnico, para identificar possíveis problemas envolvendo renderização e otimização gráfica, quanto artístico, para identificar possíveis elementos que podem ser adicionados para aumentar a ambientação, sem que estes sobrecarreguem a cena.

Trenholme et al.(2008) conceitualiza a testagem final de um *game* como Testes de Detalhes Formais, pois em todas as etapas há testes sendo realizados, que usam de simulações para analisar a funcionalidade e eficiência. O mesmo

princípio pode ser usado em cenários. A renderização destes e o uso de personagens jogáveis pelo cenário, a Unreal possui os chamados *Mannequins* (Unreal, acesso em 5 de jun de 2023), usados para essa finalidade. Assim, problemas como baixa resolução, objetos sobrepostos uns nos outros, má colocação de *assets* e iluminação não eficiente podem ser percebidos e corrigidos antes da finalização do projeto total.

As Figuras 11 e 12 exemplificam o projeto pronto e executado conforme o planejamento inicial e renderizado. Os módulos foram montados conforme a necessidade de se criar um ambiente baseado geograficamente e historicamente no *Brooklyn*.

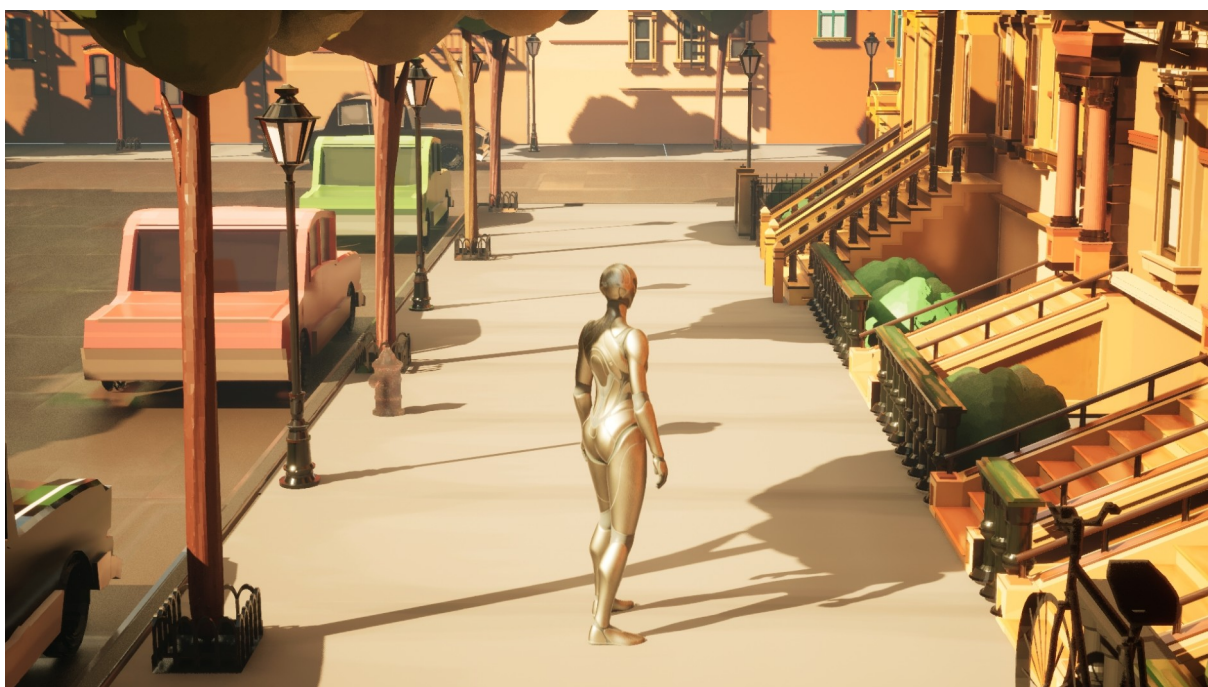
Figura 11 (Testagem do Cenário 1)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 12, um jogador em terceira pessoa foi colocado em cena. Apesar de o projeto não ter sido construído em cima de um *game* definido, dada as suas características e espaço, é um ambiente propício para ser utilizado em uma câmera de terceira pessoa, sem ter a possibilidade de entrar nos edifícios.

Figura 12 (Testagem do Cenário 2)



Fonte:Elaborado pelo autor

9.Discussão e Considerações Finais

O planejamento e execução de qualquer projeto de *design*, apesar de variar sua mídia e ferramenta, possui etapas e mecânicas em comum que devem ser utilizadas a fim de alcançar um resultado eficiente e principalmente coerente com a proposta inicial. Uma mídia interativa, tal qual um *game*, não seria diferente, assim como um cenário usado para esta indústria. O seguinte artigo se propôs a elaborar uma sequência de etapas, baseadas em estudos do *design* com a finalidade de aprimorar e otimizar a criação de ambientes digitais para videogames baseados em módulos de cenário. Mesmo que, na prática, uma produção é viva e tende a não ser uma linha reta, com voltas necessárias nas etapas anteriores, é fundamental e essencial para atingir os objetivos definidos.

A criação e montagem de um cenário baseado no *Brooklyn* da década de 60 exemplificou e analisou as etapas definidas, iniciando com um estudo de contexto e terminando com sua testagem e otimização. A definição de sua estética visual bem como os elementos que compõe a cena, baseados em um estudo referencial e de contextualização foram abordados na pré-produção, a fim de encaminhar o planejamento inicial para sua execução na produção, onde estes objetos serão digitalmente trazidos a vida e posteriormente alocados na cena conforme a

determinação do *designer*, este passado por uma testagem final, onde haverá a análise do sistema para detectar problemas técnicos, funcionais e também de direção de arte.

Não há uma forma única em se criar um produto, porém em todas haverá planejamento, execução e testagem, seja em um produto físico e digital. Para pesquisas futuras, outros elementos poderão ser adicionados, com cuidado para não sobrecarregar visualmente a cena, e que sejam coerentes com a proposta do universo definido. O uso, e estudo, de partículas, também é muito usado em *games* principalmente para indicar presença e vivacidade do ambiente. Elementos como fumaça, folhas caindo e até chuva podem ser criados para aumentar a ambientação do universo criado.

A presença de outros elementos, como carros e motos, que auxiliariam na localização temporal, seria uma adição interessante em pesquisas futuras. Equipamentos com maior poder de processamento poderiam ser necessários para a ampliação do ambiente bem como a adição desses novos ambientes.

Referencias

ADAMS , E. **The Construction of Ludic Space**. In: DIGITAL GAMES RESEARCH CONFERENCE. 2003.

ADAMSBLOGGEROCTOBER 09, E.; 2002. **Designer's Notebook: The Role of Architecture in Videogames**. Disponível em: <<https://www.gamedeveloper.com/design/designer-s-notebook-the-role-of-architecture-in-videogames>>.

CARSON, D. **Environmental Storytelling: Creating Immersive 3D Worlds Using Lessons**. Disponível em: <<https://www.gamedeveloper.com/design/environmental-storytelling-creating-immersive-3d-worlds-using-lessons-learned-from-the-theme-park-industry>>.

CHUAH, S.-P.; YUEN, C.; CHEUNG, N.-M. **Cloud gaming: a green solution to massive multiplayer online games**. IEEE Wireless Communications, v. 21, n. 4, p. 78–87, ago. 2014.

CLAYPOOL, M.; CLAYPOOL, K. **Perspectives, Frame Rates and Resolutions: It's all in the Game**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOUNDATION OF DIGITAL GAMES. 26 abr. 2009.

CRAWFORD, C. **The Art of Computer Game Design**. [s.l.] McGraw-Hill/Osborne Media, 1984. p. 1–89.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly (s.d) apud FULLERTON, T. **Game Design Workshop** . Second ed. [s.l.] Elsevier Inc, 2008. p. 1–491.

DELEON , P. **Scenario Designs: An Overview**. DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY, jun. 1973.

Frasca, Gonzalo. (2003). **Simulation versus Narrative**. In: Wolf, Mark J. P. and Perron, Bernard. (2003). The Video Game Theory Reader. New York, Routledge pp. 221 to 235

FRITSCH, D.; KADA, M. **VISUALISATION USING GAME ENGINES**. 1 jan. 2004.

FULLER, M.; JENKINS, H. **Nintendo® and New World Travel Writing: A Dialogue**. Stanford, 1995. Acesso em: 12 jun. 2023.

FULLERTON, T. **Game Design Workshop** . Second ed. [s.l.] Elsevier Inc, 2008. p. 1–491.

EpicGames.**Guidelines for Optimizing Rendering for Real-Time**. Disponível em: <<https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/guidelines-for-optimizing-rendering-for-real-time-in-unreal-engine/>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

HARRISON, M. **Introduction to 3D Game Engine Design Using DirectX 9 and C#**. [s.l.] Apress, 2008.

J.BROWN, H. **A Plague in Montiel: Plague, Quarantine, and Social Space in Role-Playing Game**. *Aether The Journal of Media Geography*, p. 10–25, 2008.

J.BROWN, H. **A Plague In Montiel: Plague, Quarentine, and Social Space in Role-** W.LONGAN, M. **Playing With Landscape: Social Process and Spatial Form in Video Games**. *Aether The Journal of Media Geography*, p. 23–37, 2008.

JENKINS , H. **GAME DESIGN AS NARRATIVE ARCHITECTURE**. 2002.

KLABBERS, J. **The gaming landscape: a taxonomy for classifying games and simulations**. v. 2, 1 jan. 2003.

KOULAXIDIS, G.; XINOGALOS, S. **Improving Mobile Game Performance with Basic Optimization Techniques in Unity. Modelling**, v. 3, n. 2, p. 201–223, 1 jun. 2022.

LENZHOLZER, S.; DUCHHART, I.; KOH, J. **“Research through designing” in landscape architecture. Landscape and Urban Planning**, v. 113, p. 120–127, maio 2013.

LOCKWOOD, C. **The Rise of the Brownstone in New York**. *Brownstoner*, 31 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.brownstoner.com/architecture/brownstone-brooklyn-architecture-charles-lockwood/>>. Acesso em: 9 jun. 2023

MCMAHAN, A. **Immersion, Engagement, and Presence: A Method for Analyzing 3D Video Games**. In: J.P WOLF, M.; PERRON, B. (Eds.). *The Video Game Theory Reader*. [s.l.] Taylor & Francis Group, 2003.

MOSTOW, J. **Toward Better Models of the Design Process**. AI Magazine, v. 6, n. 1, p. 44–44, 15 mar. 1985.

O'COILL, C.; DOUGHTY, M. **Computer Game Technology as a Tool for Participatory Design**. 1 set. 2004.

PEREIRA REZENDE, A. **OTIMIZAÇÃO DE JOGOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COM UNITY3D**. Trabalho de Conclusão de Curso —Faculdade de Tecnologia de Americana: [s.n.].

RAMADAN, R.; WIDYANI, Y. **Game development life cycle guidelines**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS (ICACISIS). 2013.

ROLLINGS, A.; ADAMS, E. Chapter 7 : Gameplay. In: **Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design**. [s.l.] New Riders Press, 2003a. p. 1–23.

Capcom.**Street Fighter II**. Capcom, 1991.

STREETEASY TEAM. **NYC Brownstone History: How the Brownstone Became a City Classic**. StreetEasy, 5 out. 2018. Disponível em: <<https://streeteasy.com/blog/nyc-brownstone-history/>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SUNDSTRÖM, Y. **Game design and production Frequent problems in game development**. 2013.

TAKEDA, H. et al. **Modeling Design Processes**. AI Magazine, 1990.

TANG, B.; MIAO, L. **Real-Time Rendering for 3D Game Terrain with GPU Optimization**. 2010 Second International Conference on Computer Modeling and Simulation, jan. 2010.

THOMSEN, M. **History of the Unreal Engine**. IGN, 14 jun. 2012. Disponível em: <<https://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine>>. Acesso em: 9 jun. 2023

TRENHOLME, D.; SMITH, S. P. **Computer game engines for developing first-person virtual environments**. *Virtual Reality*, v. 12, n. 3, p. 181–187, 28 mar. 2008.

W.LONGAN, M. **Playing With Landscape: Social Process and Spatial Form in Video Games**.

WALL, E.; WATERMAN, T. **Urban Design**. In: **Basic Landscape Architecture**. [s.l.: s.n.]. p. 1–94.