

P.E.B.A.City: desenvolvimento das bases de um jogo de estratégia e programação estilo RPG

Lucas Cardoso dos Santos

Departamento ¹de Ciências Exatas (DCX) - Universidade Federal da Paraíba
(UFPB) CEP: 58.297-000 - Rio Tinto – PB – Brasil

RESUMO

Abstract: *This technological article aims to present the Game Design Document (GDD) and the graphic development process of the digital version of a strategy game for people aged 13 and over, called P.E.B.A.City. The GDD presents all the data about the rules and their contexts within the game, as well as the presentation of the arts with their inspirations and creation processes. For the graphic development, the Blender software was used and, in the end, all the 3D models necessary for the assembly of the game scenarios were obtained.*

Resumo: *Este artigo tecnológico tem como objetivo apresentar o Game Design Document (GDD) e o processo de desenvolvimento gráfico da versão digital de um jogo de estratégia para pessoas a partir de 13 anos, denominado P.E.B.A.City. O GDD apresenta todos os dados sobre as regras e seus contextos dentro do jogo assim como a apresentação das artes com suas inspirações e processos de criação. Para o desenvolvimento gráfico foi utilizada a ferramenta Blender e, ao final, obteve-se todos os modelos 3D necessários para as montagens dos cenários do jogo.*

¹ Trabalho de conclusão de curso, sob as orientações da professora Thaise Costa, submetido ao Curso de Licenciatura em Ciência da Computação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAEE) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de LICENCIADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

1 INTRODUÇÃO

O RPG, ou *Role-Playing Game*, é um gênero de jogo que tem suas origens em jogos de tabuleiro, como o *Dungeons & Dragons*, criado em 1974 por Gary Gygax e Dave Arneson. Nos RPGs, os jogadores assumem o papel de personagens em um mundo imaginário, criando narrativas e interagindo com outros jogadores em uma trama construída a partir de suas escolhas.

Os RPGs inicialmente eram jogados apenas com lápis, papel e dados, com o mestre do jogo (ou "*dungeon master*") descrevendo o ambiente e os eventos e os jogadores tomando decisões baseadas em sua imaginação. No entanto, com o advento da computação, os RPGs de texto surgiram na década de 1970 e se tornaram populares na década de 1980.

Os RPGs de texto eram jogados em computadores pessoais, com os jogadores lendo descrições de ambientes e eventos e digitando comandos para interagir com o mundo imaginário. O advento da modelagem 3D na década de 1990 trouxe uma nova dimensão aos jogos de RPG, permitindo que os jogadores visualizassem o mundo em três dimensões e interagissem com ele de maneiras mais complexas.

Com a modelagem 3D, os jogos de RPG puderam apresentar mundos mais ricos e detalhados, com ambientes realistas e personagens bem desenvolvidos. Os jogadores também puderam controlar os personagens de maneira mais fluida e intuitiva, usando controles de *joystick* ou teclado e mouse.

O presente trabalho apresenta o P.E.B.A.City (*Program Education Block Action City*), um jogo RPG de estratégia onde cada jogador busca controlar a sua cidade para sobreviver às intempéries do mundo e dominar todas as outras cidades para que seu império seja o mais forte. Neste jogo, vence o jogador que conseguir dominar todas as cidades.

No P.E.B.A.City, cada jogador gerencia sua cidade por meio de comandos, podendo criar edificações, preparar tropas, enviá-las para lugares do mapa e atacar. Assim como os primeiros RPGs, o jogo teve a sua primeira versão produzida de maneira analógica, com jogabilidade que se assemelhava aos RPGs de mesa, jogados com lápis e papel, e com um manual com as descrições de suas regras. Este artigo demonstra o processo de desenvolvimento de sua versão digital, que é a segunda versão, apresentando os modelos 3D e o GDD (*Game Design Document*), como forma de evolução de sua documentação.

Este artigo está organizado nas seguintes seções: A seção 2 apresenta uma breve história sobre a evolução dos RPG e como as tecnologias 3D ajudaram em sua evolução. Na seção 3 é mostrado como surgiu a proposta do P.E.B.A. e quais foram suas principais inspirações. Na seção 4 é feita a apresentação do jogo em todos os seus aspectos de produção e jogabilidade. A seção 5 é composta por explicações e demonstrações dos modelos tridimensionais produzidos para o jogo. Finalmente, na seção 6, estão relatadas as considerações finais.

2 EVOLUÇÃO DOS RPGs 3D

Os RPG digitais evoluíram muito desde seus primórdios. Os primeiros jogos de RPG digitais eram basicamente jogos de texto, nos quais o jogador tomava decisões em um

mundo virtual baseado em texto. Esses jogos eram muito populares nos anos 80 e 90 e eram jogados em computadores pessoais, principalmente em sistemas MS-DOS.

Com o advento dos computadores pessoais mais poderosos, os jogos de RPG digitais evoluíram para incluir gráficos 2D, como os vistos em jogos como Ultima, Baldur's Gate e Final Fantasy. Esses jogos apresentavam personagens desenhados à mão e cenários pré-renderizados.

A evolução dos jogos de RPG digitais continuou com o surgimento dos jogos 3D, que começaram a aparecer no final dos anos 90 e início dos anos 2000. Esses jogos eram capazes de criar mundos virtuais muito mais complexos e realistas, com personagens e ambientes em três dimensões. A adição de gráficos 3D permitiu que os jogadores explorassem ambientes com mais liberdade e imersão, o que se tornou uma característica muito popular dos jogos modernos.

O processamento de polígonos e modelos tridimensionais é um dos principais responsáveis pela evolução dos jogos de RPG digitais. Com o uso de técnicas como texturização, iluminação e sombreamento, os desenvolvedores podem criar ambientes e personagens muito mais realistas. Além disso, o uso de gráficos 3D permitiu que os jogadores explorassem ambientes com mais liberdade e imersão, o que se tornou uma característica muito popular dos jogos modernos.

3 SURGIMENTO DA PROPOSTA

A primeira versão do P.E.B.A.City surgiu durante a disciplina de estágio supervisionado III. Para fins de testes no estágio, o jogo foi produzido em uma versão “de mesa”. Para ser possível esses testes, versões dos cenários e objetos do jogo foram produzidos em desenhos 2D. Posteriormente esses desenhos serviram de base para a criação dos modelos em 3D que serão abordados mais adiante neste artigo.

3.1 Características e inspirações

O P.E.B.A. é um jogo de estratégia no qual cada jogador controla uma cidade por meio de comandos. A principal inspiração para a jogabilidade foi o jogo Spore (2008) (figura 1), jogo produzido pela desenvolvedora Maxis e publicado pela EA games em setembro de 2008, no qual o jogador toma controle de uma criatura unicelular e a evolui até chegar aos estágios mais avançados de civilização. No P.E.B.A., inspirado em uma das fases do Spore, o jogador tem o controle de uma cidade e enfrenta dificuldades a cada fase, sendo essas dificuldades contextos para exercitar lógica.



Figura 1. Imagem de uma cidade do jogo Spore, principal inspiração para o jogo P.E.B.A.

Para gerenciar as cidades do jogo são utilizados blocos de comandos, sendo a principal inspiração a linguagem de programação em blocos do MIT, o Scratch (2007) (figura 2).

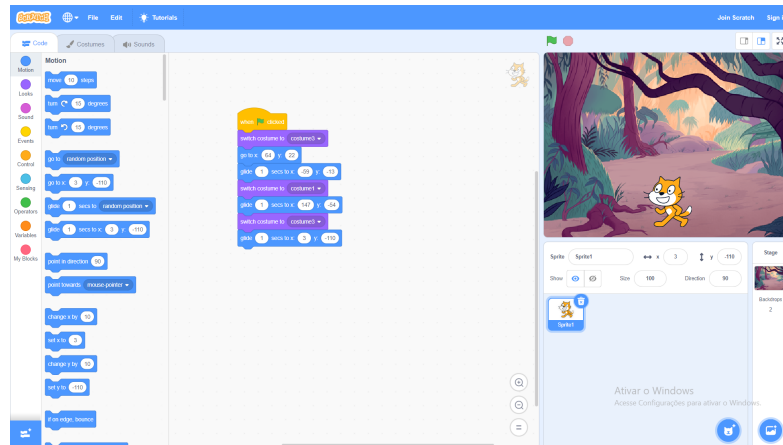


Figura 2 – Exemplo de código produzido na linguagem Scratch

4. APRESENTAÇÃO DO JOGO P.E.B.A.CITY

No P.E.B.A. o objetivo principal de cada jogador é dominar todas as outras cidades, porém, para tal, o jogador deve construir códigos para não só mover suas peças e construir suas estruturas, mas também sobreviver aos desafios impostos pelo mapa.

4.1 O Game Design Document (GDD)

Durante a primeira versão do jogo, um documento similar aos manuais de jogos de RPG foi produzido com o objetivo de documentar as regras, estruturas e mapas, juntamente com descrições das fórmulas para os cálculos das variáveis de cada cidade. No entanto, para fornecer um material mais completo e organizado, foi planejado e produzido um documento de game design, conhecido como GDD (Game Design Document) [DE CARVALHO & GOMES 2016], que não apenas contém as regras, mas também descrições detalhadas de todos os elementos presentes no jogo, incluindo a evolução dos objetos do jogo e detalhes técnicos.

O [P.E.B.A. GDD](#) é composto por quatro seções principais. A primeira seção é a introdução, na qual são apresentados o contexto e a motivação do jogo. A segunda seção é a de Interface e Interação, na qual são descritos os requisitos de hardware e de software necessários para rodar o jogo. A terceira seção é a Mecânica, na qual todas as regras do jogo são detalhadamente descritas, com exemplos de mapas e construções. Por fim, a quarta seção é a Arte, que contém inspirações para as artes do jogo, juntamente com os protótipos e suas evoluções.

O documento mencionado é de extrema importância para a continuidade do P.E.B.A., pois ele serve como base para futuros trabalhos no projeto. Ao fornecer uma estrutura sólida e abrangente, o GDD facilita a produção de novos conteúdos e atualizações, permitindo que a equipe trabalhe com um mesmo escopo e objetivos claros. Isso não só garante a consistência do jogo, mas também ajuda a evitar retrabalhos e conflitos criativos. Além disso, o GDD oferece uma visão geral do jogo e sua mecânica, tornando mais fácil o entendimento e a integração de novos membros na equipe. Em resumo, o GDD é uma ferramenta crucial para garantir a continuidade bem-sucedida do P.E.B.A. e seu sucesso futuro.

Nas seções 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 serão resumidos alguns pontos principais presentes no P.E.B.A. GDD.

4.1.1 Elementos e regras do jogo

O P.E.B.A.City se passa em um planeta fictício chamado planeta Peba (figura 3). Neste planeta existem as cidades, representadas pelos círculos cinzas da imagem; e os poços de recursos que geram energia, representados pelos triângulos em laranja.

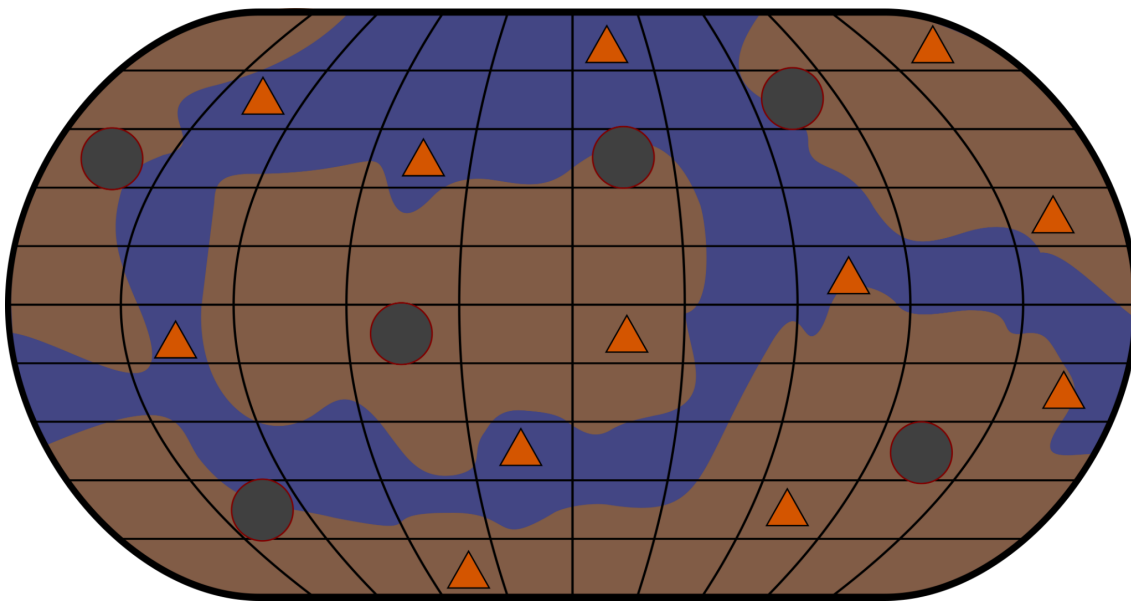
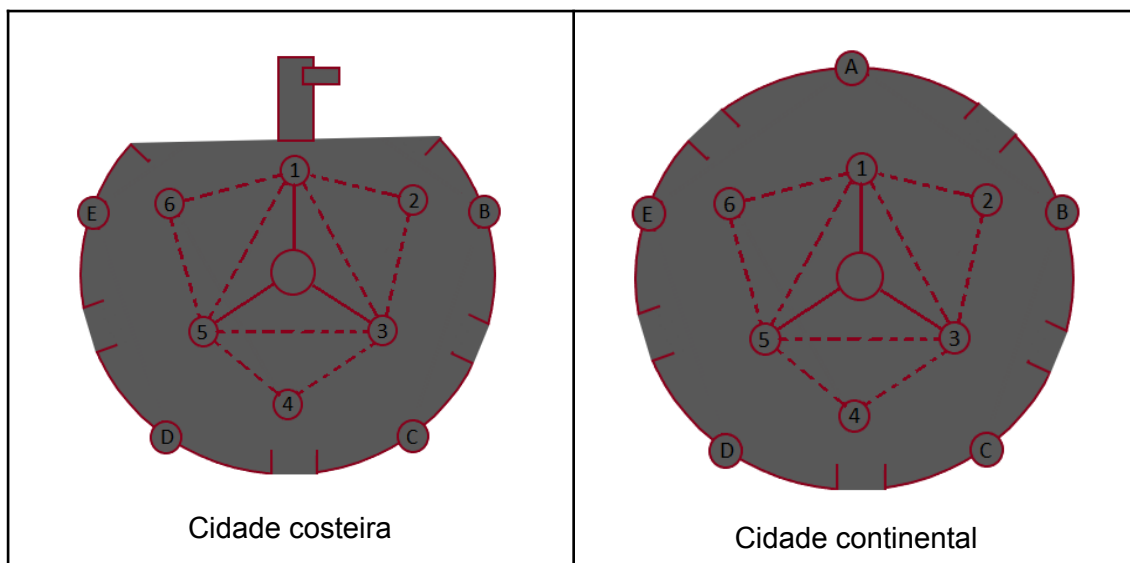


Figura 3 – Segunda versão do mapa do jogo.

Cada cidade possui um grafo, que pode ser do tipo “cidade costeira” ou do tipo “cidade continental”, como apresentado no quadro 1.



Quadro 1 – Cidades da primeira versão.

No grafo da cidade, independente do tipo de cidade, o jogador pode construir uma prefeitura e várias fábricas, casas, entretenimentos, torres e estoques (quadro 2). Estas estruturas podem ser construídas em pontos específicos da cidade conhecidos como os nós do grafo (identificados por números, no caso dos nós internos, ou letras, para os nós situados nos muros da cidade), porém a prefeitura deve ser localizada no nó central.

Prefeitura	Casa	Fábrica	Entretenimento	Torre	Estoque

Quadro 2 – Estruturas que podem ser construídas nas cidades.

Além de construir estruturas, o jogador também deve recrutar unidades para sua cidade, que são cidadãos que vão habitá-la, protegê-la e atacar outras cidades. Por meio de comandos, os cidadãos podem receber ordens para se movimentar no mapa, coletar recursos, atacar e defender. As cidades também apresentam um conjunto de variáveis que podem e devem ser manipuladas para que o objetivo do jogo seja alcançado. Essas variáveis são:

- Energia (ϵ): nesse mundo a energia é um recurso muito importante, pois com ela é possível executar todas as ações do jogo, tornando-se, assim, o recurso principal. Cada cidade começa com 3000 ϵ que deve ser gasta estrategicamente com suas primeiras ações.
- Spore (S): O Spore é um recurso energético produzido por plantas e bactérias

dentro do planeta e que vem à tona através de poços. Similar ao carvão, esse recurso é utilizado para gerar energia dentro das fábricas e pode ser encontrado por todo o mapa. Cada poço do mapa (figura 3) produz 400S. À medida que vão sendo gastos, novos Spore precisam ser coletados.

- Felicidade: representa o nível de felicidade da cidade. Quanto mais feliz a cidade estiver, melhor a produção de energia, ocorrendo o oposto quando infeliz.

Cada estrutura (fábrica, casa, entretenimento, prefeitura, torre e estoque) pode ter diferente influência nas variáveis e nas estruturas ao seu redor, exigindo assim um pensamento estratégico no momento de construir o código a ser executado. As regras detalhadas sobre o funcionamento das construções e os cálculos das variáveis estão todos descritos no GDD.

O P.E.B.A. é um jogo de turnos e cada turno é dividido em dois momentos. Em um primeiro momento os jogadores constroem códigos dentro de um período de cinco minutos ou menos, utilizando-se da linguagem de programação do próprio jogo. Em um segundo momento esses códigos são executados de forma que os jogadores consigam ver todos os seus comandos se transformando em ações dentro do mapa do jogo. O jogo então segue com esses turnos, fazendo os jogadores escreverem códigos e se adaptarem aos desafios para alcançar objetivos em suas fases e níveis.

4.1.2 Níveis e objetivos

O jogo é composto por 2 níveis, cada um deles contendo seus **objetivos** que, caso não sejam cumpridos, o jogador é obrigado a recomeçar do início do nível.

O Nível 0, denominado “A calmaria antes da tempestade”, é um nível tipo tutorial, no qual o jogador aprende sobre as mecânicas básicas e se familiariza com o fluxo de ações. Durante três turnos o jogo apresenta os blocos de ação e as estruturas que podem ser construídas, assim como as variáveis que são manipuladas através dos comandos e construções (ver P.E.B.A. GDD para mais detalhes sobre quais blocos e quais estruturas podem ser utilizadas nesta fase). Para passar para o próximo nível (**objetivos do nível 0**), cada jogador deve: (i) ter construído a sua prefeitura, pois sem ela a cidade não pode existir; (ii) ter habilitado três ligações entre a prefeitura e os nós adjacentes a ela; (iii) ter construído ao menos uma casa, uma fábrica e um entretenimento; (iv) ter preparado dois soldados; (v) e ter todas as torres que protegem a cidade construídas.

Ao completar o Nível 0 é dado início ao Nível 1, chamado de “Os eventos ambientais sazonais”, no qual são apresentados os eventos ambientais de Seca, Inundação e Geada, que representam os desafios desse nível. O Nível 1 tem um total de dez turnos, com cada evento tendo uma certa quantidade de turnos de duração, como é apresentado a seguir. Cada evento, durante o Nível 1, tem **objetivos** a serem cumpridos. Ao final de cada evento, caso os objetivos do evento não sejam cumpridos, o jogador retorna ao início do Nível 1. Os eventos estão descritos a seguir:

- *Seca:*
 - **Duração:** 2 turnos
 - **Descrição:** devido ao clima seco e à falta de água, os poços de Spore passam a produzir metade da quantidade habitual por dois turnos.

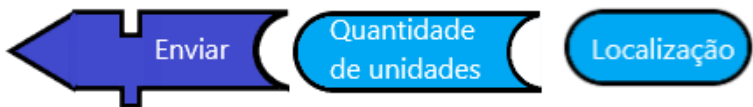
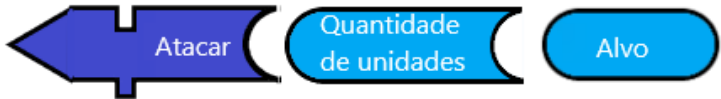
- **Objetivos:** O objetivo do jogador é construir ao menos duas casas ao final do evento.
- **Inundação:**
 - **Duração:** 6 turnos
 - **Descrição:** após um turno sem eventos, a inundação vem e faz com que os Poços de Spore parem de produzir por dois turnos, porém, eles passam a produzir o dobro nos próximos três turnos, sendo isso conhecido como a abundância da inundação.
 - **Objetivos:** por ter uma abundância de recursos ao final desse evento, o objetivo dela é ter desbloqueado e construído um estoque.
- **Geadas:**
 - **Duração:** 2 turnos
 - **Descrição:** com toda a terra encharcada e os poços abundantes de água, o clima frio que se segue após a abundância da inundação congela os Poços de Spore, fazendo com que eles parem de produzir por mais dois turnos.
 - **Objetivos:** o objetivo desse evento é: (i) ter ao menos duas fábricas para gastar os Spores coletados e armazenados no evento passado; (ii) manter a cidade feliz, com um nível de felicidade acima de zero.

4.1.3 Comandos do jogo

Como citado anteriormente, o jogo possui seu próprio conjunto de comandos para executar as ações do jogador. Esses comandos são representados por blocos. Os blocos são organizados em passos para realizarem uma determinada finalidade.

Os blocos existentes no jogo estão descritos no quadro 3 a seguir.

	
Nome do bloco	Descrição
Construir	Comando usado para construir estruturas nos nós do grafo da cidade. O gasto por cada construção depende da construção a ser construída. Só é possível construir em nós que estão interligados com a prefeitura da cidade, e se já houver uma construção no elemento, não será possível a construção naquele lugar.
	

Nome do bloco	Descrição
Ligar	Comando usado para ativar uma ligação entre dois nós do grafo da cidade. Só é possível conectar nós que já possuem uma ligação pré-determinada. O gasto por cada ligação é de 200ε.
	
Nome do bloco	Descrição
Enviar	Enviar manda a quantidade de unidades especificada se deslocarem pelo mapa até a localização alvo informada. O gasto dessa ação é de 10ε por bloco movimentado e por cada unidade enviada. A localização é feita por meio de pontos cartesianos ou pontos de referência como cidades, nós das cidades ou poços de Spore.
	
Nome do bloco	Descrição
Atacar	Comando usado para mandar unidades ataquem alguma estrutura ou unidade inimiga que esteja na mesma localização, falhando caso não exista nenhum alvo no local. Essa ação não gasta nenhuma energia.
	
Nome do bloco	Descrição
Preparar tropas	Executa preparo militar à quantidade de unidades especificada na ação, fazendo com que elas deem mais dano ou coletem mais Spores. O custo dessa ação é de 50ε para cada unidade preparada.

Quadro 3 – Os blocos de programação e suas descrições.

4.2 Modelos 3D Produzidos

Para a segunda versão do jogo, por ser digital, foi necessária a produção de diversos modelos tridimensionais que serão detalhados nesta seção. Todos os modelos seguem o estilo conhecido como *LowPoly*, expressão utilizada para designar um modelo 3D poligonal com um número reduzido de vértices/faces [MARTYASTIADI et al. 2015] [GAI & WANG 2016][GAO et al. 2022]. O estilo, de certa forma, se assemelha à Pixel Art, estilo de arte que se utiliza de poucos pixels, sendo os pixels a menor unidade visual em uma imagem digital, porém, como os modelos são tridimensionais, os polígonos são a base e a chave para o LowPoly. Para se fazer cada modelo foram utilizadas formas primitivas providas pelo Blender (2023), como cilindros e cubos, e foram modificadas para adicionar mais detalhes e formas. A seguir é apresentada uma lista com todos os modelos 3D produzidos, bem como o processo de produção de cada um.

4.2.1 O globo

O modelo do planeta (figura 5) usou como polígono base a *icosphere*, uma esfera construída a partir de um icosaedro onde quanto mais subdivisões a partir de cortes em seus vértices, mais o objeto se aproxima de uma esfera. Para o modelo final foram usadas duas esferas, uma para o oceano e outra para a terra. No quesito de pintura, foram produzidos materiais utilizando o editor de materiais do Blender, e manipulando variáveis como a reflexão, a translucidez e a suavidade chegou-se nesses resultados. Para dar um aspecto de água e transparência à água foi preparado um material o qual foi aplicado no objeto base.

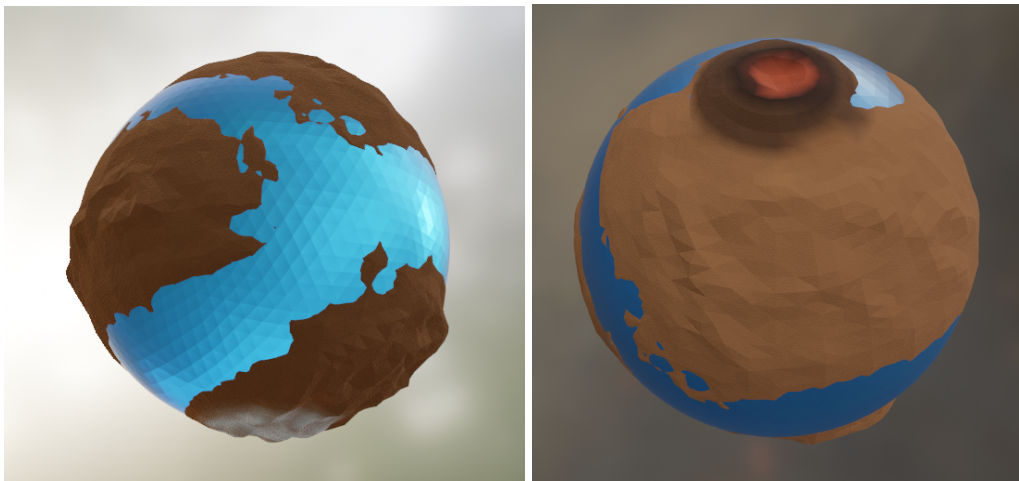


Figura 5 – Modelo 3D do mapa do P.E.B.A.City.

4.2.2 Cidades

Para a modelagem da cidade foi utilizado um prisma quadrangular com suas arestas arredondadas (figura 6). Ela possui marcações em relevo para representar os nós do grafo e, nestas marcações, é possível construir as estruturas apresentadas na seção 4.1.1 (figura 7). A figura 8 mostra o modelo da cidade já posicionado sobre o planeta.

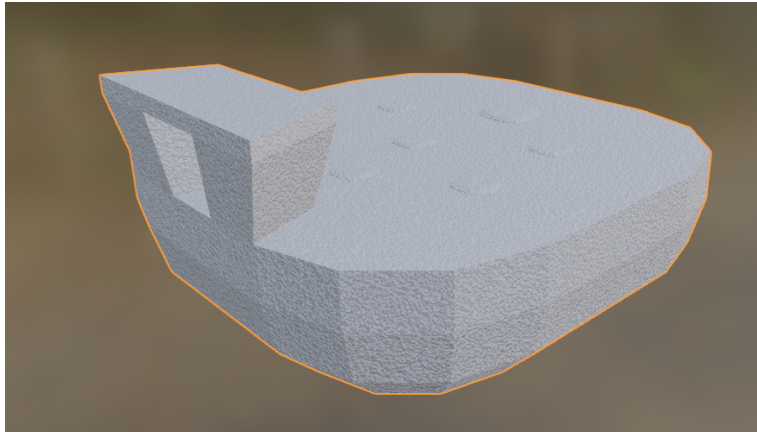


Figura 6 – Modelo 3D do da cidade do P.E.B.A.City.

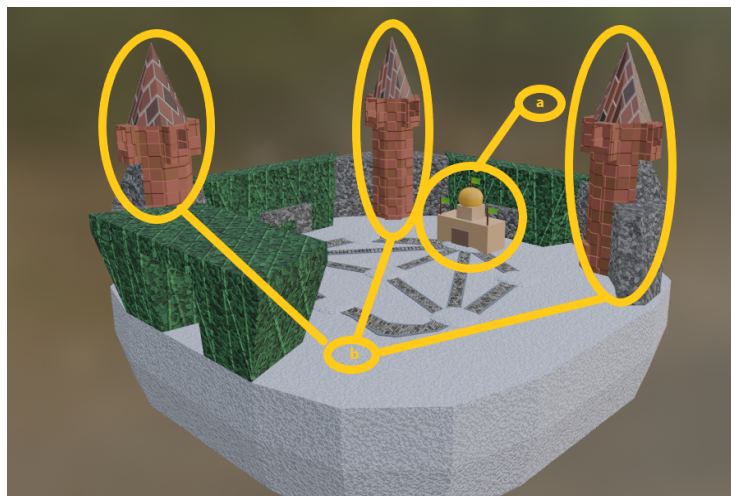


Figura 7 – Exemplo do Modelo 3D da cidade do P.E.B.A.City com estruturas construídas: prefeitura (A) e 3 torres (B).



Figura 8 – Modelo 3D da cidade do P.E.B.A.City junto do planeta.

4.2.3 Poços de Spore

Na modelagem dos poços foram utilizados um cone para o poço aquático (figura 9), dando a ele um aspecto de um pequeno vulcão, e um sólido conhecido como torus (figura geométrica formada a partir da revolução de um círculo de raio r em torno de um círculo de raio R , onde $r < R$, dando um aspecto de “rosquinha”) para gerar a superfície vazada do poço terrestre (figura 10).



Figura 9 – Modelo 3D dos poços de Spore aquático (à esquerda) e terrestre (à direita) do P.E.B.A.City.

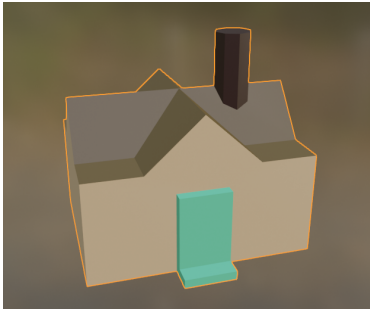
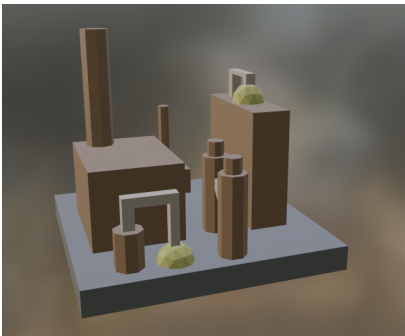


Figura 10 – Modelo 3D de um poço de Spore terrestre no mapa do P.E.B.A.City.

4.2.4 Estruturas

As estruturas, ainda seguindo o estilo de *LowPoly*, também tiveram seus modelos baseados em estruturas primitivas combinadas. Para a pintura foi utilizada a técnica de *UV Painting*, na qual o sólido tem suas faces abertas em um plano e uma imagem para dar cores ao modelo. Após a pintura preliminar, para conseguir um resultado mais

preciso, a técnica de pintura de vértice foi aplicada, que consiste em inserir dados de cores nos vértices da malha 3D do modelo para poder renderizá-los posteriormente. O quadro 4 exibe todas essas construções.

Modelo 3D	Processo utilizado
 Prefeitura	A prefeitura possui um paralelepípedo como base, com uma esfera UV para a abóbada. A esfera UV, diferentemente da <i>icosphere</i>, é composta de retângulos.
 Casa	A casa tem como forma base o paralelepípedo, com um prisma octogonal para a chaminé.
 Fábrica	Na fábrica foi utilizado um paralelepípedo como base para, com diversos prismas e <i>icosphere</i> para completar o modelo.

 Entretenimento	No entretenimento houve um desenvolvimento mais complexo, com cubos e pirâmides como bases, mas uma esfera modelada no formato de um panda foi adicionada ao topo de tudo.
 Torre	A torre teve seu design baseado em um prisma octogonal, com extrusões em seus lados para se adequar às paredes ao seu redor. Seu material se difere do das outras estruturas pois era mais adequado usar o mesmo método utilizado no modelo da cidade e nas paredes para se mesclar com mais fluidez.
 Estoque	Um prisma octogonal com uma <i>icosphere</i>, novamente, serviram de base para o modelo do estoque.

Quadro 4 – Objetos 3D produzidos e seus processos de criação.

4.3 Simulação de gameplay

Para exemplificar como jogar, um [vídeo](#) foi produzido mostrando a simulação de uma partida. Para simular uma interface de usuário, parte do vídeo foi gravado no blender, utilizando-se dos modelos já produzidos, e agora animados, para demonstrar como seria a criação de um código e sua execução. Para exibir as variáveis da cidade foi utilizado um script feito na linguagem Python (2023) e exibido em seu IDLE padrão.

A jogada exibida se situa logo após o Nível 0, com a prefeitura e as torres já construídas. O jogador utiliza os blocos de comando Construir e Ligar para criar um código onde constroi uma casa, um entretenimento e uma fábrica, e também ativa as ligações entre os nós 0 e 2, e entre os nós 1 e 2 do grafo para que seja possível a

construção dessas estruturas e para ativar os multiplicadores de felicidade certos para manter a cidade feliz.

O vídeo então termina com a exibição das variáveis da cidade, com os códigos sendo executados na IDLE do Python e suas alterações sendo exibidas e explicadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o primeiro período do curso sonhava em fazer um jogo e, mesmo com as dificuldades de ter que aprender modelagem 3D e *game design* quase que completamente sozinho, eu consegui dar vida ao P.E.B.A.City. A construção do jogo foi um processo longo e gradual no qual eu trabalhei quase que inteiramente sozinho, produzindo todos os aspectos tanto de *gameplay* como visuais.

Durante seus primeiros estágios de criação, o P.E.B.A. foi imaginado como uma metodologia, não somente um jogo, sendo utilizado para substituir as salas de aulas convencionais em cursos de lógica de programação, porém esse era um objetivo ambicioso demais para um período de tempo tão curto, no entanto o jogo consegue ainda exercitar tais conhecimentos e ainda ser uma ótima forma de divertimento.

Durante o tempo que eu estive no curso não tive oportunidades de montar uma equipe para trabalhar neste projeto, entretanto deixo mais que um trabalho não finalizado, deixo um conhecimento e uma oportunidade. Deixo o conhecimento para que os futuros estudantes do curso de licenciatura em ciência da computação saibam que o curso não é somente uma licenciatura, mas também estamos aptos a fazer de tudo pois também somos cientistas.

A oportunidade que eu deixo é o próprio P.E.B.A., pois com o GDD em mãos, qualquer pessoa com paixão por jogos e por programação pode continuar de onde parei e fazer muito mais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLENDER. 2023.“Blender.”Disponível em: <<https://www.blender.org/>>. Acesso em 29 mai. 2023.

DE CARVALHO, Danilo Márcio Lima; GOMES, Fabio de Jesus Lima. Simple Game Design Document Focused on Gameplay Features. In: XV Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, São Paulo. 2016. p. 722-725.

GAI, Meng; WANG, Guoping. Artistic low poly rendering for images. The visual computer, v. 32, p. 491-500, 2016.

GAO, Xifeng; WU, Kui; PAN, Zherong. Low-poly mesh generation for building models. In: ACM SIGGRAPH 2022 Conference Proceedings. 2022. p. 1-9.

MARTYASTIADI, Yusup Sigit; THEODOSIA, Raissa; PRETASI, Sera. Low-Poly Modeling Tokoh Dan Environment Dalam Desain Game 3D. Ultimart: Jurnal Komunikasi Visual, v. 8, n. 1, p. 50-57, 2015.

PYTHON. 2023. Disponível em: <<https://www.python.org>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

SCRATCH. 2007. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SPORE. 2008. Disponível em: <<https://www.spore.com>>. Acesso em: 29 mai. 2023.