

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**USP Odyssey: Gamificação e Exploração  
para o Engajamento Estudantil no Campus  
Universitário**

Caio Rodrigues Gama

**MONOGRAFIA FINAL  
MAC 499 — TRABALHO DE  
FORMATURA SUPERVISIONADO**

Supervisor: Prof. Dr. Paulo Andre Vechiatto de Miranda

São Paulo  
2025

*O conteúdo deste trabalho é publicado sob a licença CC BY 4.0  
(Creative Commons Attribution 4.0 International License)*

*À Universidade de São Paulo, um universo  
de conhecimento em si, e a todos os estu-  
dantes que se aventuraram por seus caminhos.*



# Agradecimentos

*The world is more malleable than you think, and  
it's waiting for you to hammer it into shape.*

— Bono

Agradece-se ao orientador, Prof. Dr. Paulo Andre Vechiatto de Miranda, pela orientação precisa, pelo incentivo e pela disponibilidade para discutir as ideias que moldaram este trabalho. Sua visão foi fundamental para transformar um conceito inicial em um projeto concreto e academicamente relevante.

Aos professores do Instituto de Matemática e Estatística, que ao longo da graduação construíram a base de conhecimento que tornou este projeto possível.

Aos familiares e amigos, pelo apoio incondicional e pela paciência durante os longos períodos de dedicação a este trabalho.



## Resumo

Caio Rodrigues Gama. **USP Odyssey: Gamificação e Exploração para o Engajamento Estudantil no Campus Universitário.** Monografia (Bacharelado). Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

O campus universitário constitui um ecossistema complexo, cujo pleno aproveitamento está diretamente ligado ao engajamento e ao senso de pertencimento dos estudantes. A vastidão de espaços como a Cidade Universitária da USP, contudo, pode se tornar uma barreira, especialmente para alunos ingressantes. Este trabalho propõe o “USP Odyssey”, um jogo 2D de exploração com visão superior (*top-down*) que aplica princípios de gamificação para incentivar a navegação e a descoberta do campus Butantã. Implementado no motor de jogo Unity, o projeto permite ao jogador explorar uma representação estilizada do campus por diferentes modalidades: a pé, de carro ou utilizando as linhas de ônibus circulares. A mecânica central de engajamento consiste em um sistema de itens colecionáveis, que recompensa a exploração de pontos de interesse com informações históricas e curiosidades sobre os institutos e marcos da universidade. A metodologia de design foi inspirada em jogos clássicos de exploração, como a série *Pokémon*, utilizando os diferentes meios de transporte como chaves de progressão análogas às *Hidden Machines* (HMs). A arquitetura de software emprega padrões de projeto, como a Máquina de Estados Finitos (FSM) para gerenciar os modos de locomoção do jogador e *Scriptable Objects* para desacoplar os dados da lógica do jogo, garantindo manutenibilidade e escalabilidade. O resultado é um protótipo funcional que valida a viabilidade da abordagem gamificada como uma ferramenta inovadora para promover a imersão, o conhecimento e a conexão emocional dos estudantes com o ambiente físico da universidade.

**Palavras-chave:** Gamificação. Desenvolvimento de Jogos. Unity. Exploração Urbana. Engajamento Estudantil. Universidade de São Paulo.



# Abstract

Caio Rodrigues Gama. **USP Odyssey: Gamification and Exploration for Student Engagement on University Campus.** Capstone Project Report (Bachelor). Institute of Mathematics and Statistics, University of São Paulo, São Paulo, 2025.

A university campus represents a complex ecosystem whose full potential is directly linked to student engagement and sense of belonging. The vastness of spaces like the USP Cidade Universitária, however, can become a barrier, especially for new students. This work proposes "USP Odyssey," a 2D top-down exploration game that applies gamification principles to encourage navigation and discovery of the Butantã campus. Implemented in the Unity game engine, the project allows the player to explore a stylized representation of the campus through different modalities: on foot, by car, or by using the circular bus lines. The core engagement mechanic consists of a collectible item system, which rewards the exploration of points of interest with historical information and trivia about the university's institutes and landmarks. The design methodology was inspired by classic exploration games, such as the *Pokémon* series, using different means of transport as progression keys analogous to *Hidden Machines* (HMs). The software architecture employs design patterns such as a Finite State Machine (FSM) to manage the player's locomotion modes and Scriptable Objects to decouple data from game logic, ensuring maintainability and scalability. The result is a functional prototype that validates the feasibility of the gamified approach as an innovative tool to promote students' immersion, knowledge, and emotional connection with the university's physical environment.

**Keywords:** Gamification. Game Development. Unity. Urban Exploration. Student Engagement. University of São Paulo.



# **Lista de figuras**

1.1	Gráfico da percepção dos respondentes sobre o quanto bem conhecem o campus Butantã. . . . .	3
1.2	Comparativo entre o conhecimento nominal e a visitação efetiva das unidades do campus. . . . .	3
1.3	Gráficos sobre o interesse no projeto “USP Odyssey”. . . . .	4
4.1	Interface do minimapa exibida na tela. . . . .	19
4.2	Exibição automática da identificação de região ao entrar no perímetro do IME-USP. . . . .	20
4.3	Interface do menu de colecionáveis, exibindo progresso e acesso à viagem rápida. . . . .	21
5.1	Imagens ilustrando o protótipo funcional do "USP Odyssey". . . . .	24



# Listas de tabelas

4.1	Lógica de transição da Máquina de Estados Finitos (FSM) do jogador.	17
4.2	Estrutura de dados do Ponto de Interesse via ScriptableObject.	18



# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	A Universidade como Espaço de Descoberta e Engajamento . . . . .	1
1.2	Trabalhos Relacionados e Iniciativas em Outros Campi . . . . .	1
1.3	Diagnóstico do Problema: Uma Pesquisa Preliminar . . . . .	2
1.4	Gamificação como Ferramenta para Motivação e Aprendizagem . . . . .	4
1.5	O Projeto “USP Odyssey”: Uma Proposta Gamificada . . . . .	4
1.6	Estrutura da Monografia . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Fundamentação e Referenciais de Design</b>	<b>7</b>
2.1	A Psicologia da Gamificação: Fomentando o Engajamento . . . . .	7
2.2	Design de Exploração: Uma Análise de <i>Pokémon</i> . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Concepção e Design do Jogo “USP Odyssey”</b>	<b>11</b>
3.1	Visão Geral e Proposta Lúdica . . . . .	11
3.2	Design de Mecânicas ( <i>Game Mechanics</i> ) . . . . .	12
3.2.1	Navegação Multimodal . . . . .	12
3.2.2	Sistema de Colecionáveis e Descoberta . . . . .	12
3.3	Design de Nível ( <i>Level Design</i> ) . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Arquitetura e Implementação Técnica</b>	<b>15</b>
4.1	Ambiente de Desenvolvimento e Arquitetura de Software . . . . .	15
4.2	Gerenciamento de Estado do Jogador com Máquina de Estados Finita (FSM)	16
4.3	Implementação dos Sistemas de Jogo . . . . .	16
4.3.1	Controladores de Movimento . . . . .	16
4.3.2	Simulação do Transporte Público . . . . .	16
4.4	Estrutura e Integração dos Dados do Campus . . . . .	17
4.5	Funcionalidades Adicionais de Navegação e Engajamento . . . . .	18
4.5.1	Minimapas . . . . .	18
4.5.2	Identificação Automática de Regiões . . . . .	19

4.5.3	Menu de Colecionáveis e Sistema de Viagem Rápida . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Resultados e Análise Crítica</b>	<b>23</b>
5.1	Apresentação do Protótipo Funcional . . . . .	23
5.2	Avaliação dos Objetivos de Gamificação . . . . .	24
5.3	Desafios, Limitações e Trabalhos Futuros . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Extensibilidade e Continuidade do Projeto</b>	<b>27</b>
6.1	Sistema de Colecionáveis . . . . .	27
6.1.1	Adicionando um novo colecionável . . . . .	27
6.2	Rotas dos Ônibus Circulares . . . . .	28
6.2.1	Modificando rotas existentes . . . . .	28
6.2.2	Adicionando novos ônibus . . . . .	28
6.2.3	Criando novos <i>waypoints</i> . . . . .	28
6.3	Otimização e Carregamento Dinâmico . . . . .	29
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>31</b>
7.1	Síntese do Trabalho Realizado . . . . .	31
7.2	Contribuições e Aprendizados . . . . .	31
<b>Referências</b>		<b>33</b>

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 A Universidade como Espaço de Descoberta e Engajamento

Um campus universitário é muito mais do que um mero conjunto de edifícios dedicados ao ensino e à pesquisa; ele constitui um ecossistema vibrante, cultural e histórico que molda profundamente a experiência de seus membros. A Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, principal campus da Universidade de São Paulo (USP), é um exemplo notável dessa complexidade, estendendo-se por uma vasta área que abriga dezenas de institutos, bibliotecas, museus e áreas de convivência ([EXPLORE USP, 2024](#)). A interação do estudante com este espaço físico é, portanto, um componente crucial para o seu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Contudo, a própria magnitude do campus pode se apresentar como um desafio significativo, especialmente para estudantes recém-chegados. A dificuldade em navegar, localizar recursos e compreender a geografia e a história do local pode gerar um sentimento de desorientação e distanciamento. Essa barreira inicial, se não superada, arrisca impactar negativamente o engajamento estudantil. A literatura acadêmica sobre o tema corrobora essa percepção, indicando que um maior grau de imersão e familiaridade com o ambiente do campus está associado a um melhor aprendizado, a um maior desenvolvimento pessoal e a um fortalecido senso de pertencimento ([ARAYA et al., 2024](#)). A falta de conexão com o espaço físico pode, assim, limitar o aproveitamento das inúmeras oportunidades que a universidade oferece, transformando o que deveria ser um ambiente de descoberta em um labirinto intimidador.

### 1.2 Trabalhos Relacionados e Iniciativas em Outros Campi

A preocupação com o engajamento estudantil por meio da exploração do campus não é exclusiva da USP. Em diferentes contextos universitários, têm surgido iniciativas que utilizam jogos ou elementos de gamificação para aproximar os estudantes de seus

espaços físicos. Um exemplo é o *Campus Explorer*, protótipo desenvolvido na ETH Zürich, que emprega um jogo móvel baseado em localização para incentivar os alunos a explorar edifícios, realizar *check-ins* em pontos de interesse e participar de atividades sociais no campus (BÜRGISSE et al., 2018). Nesse projeto, o mapa do campus e seus marcos são utilizados como plano de fundo para uma experiência que visa fortalecer o sentimento de pertencimento e a integração dos estudantes à universidade.

De forma complementar, instituições de ensino superior em outros países também têm experimentado programas gamificados voltados à “vida de campus”, nos quais estudantes acumulam pontos ou recompensas ao participar de eventos, utilizar serviços institucionais ou explorar determinados espaços físicos. Relatos de iniciativas desse tipo em universidades norte-americanas mostram que a gamificação vem sendo empregada como estratégia para aproximar alunos de recursos acadêmicos e de apoio estudantil, bem como para estimular uma participação mais ativa em atividades extracurriculares (REDDEN, 2019).

Embora esses trabalhos apontem na direção de uma utilização promissora de jogos e elementos de gamificação para mediar a relação entre estudantes e o espaço universitário, observa-se uma lacuna específica: são raras as propostas que combinam a representação estilizada do campus em um jogo com foco declarado na exploração de unidades acadêmicas, marcos históricos e linhas de transporte internas de um campus de grande porte, como a Cidade Universitária do Butantã. O projeto “USP Odyssey” insere-se nesse contexto como uma resposta a essa lacuna, adaptando paradigmas clássicos de jogos de exploração para o ambiente particular da USP.

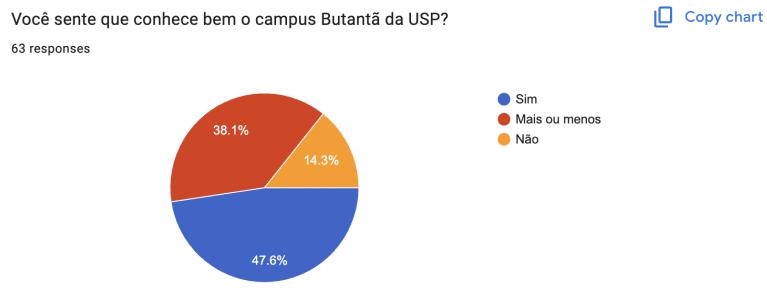
### **1.3 Diagnóstico do Problema: Uma Pesquisa Preliminar**

Para validar a hipótese de que a complexidade do campus Butantã representa um desafio real, foi conduzida uma pesquisa preliminar para mensurar a percepção da comunidade sobre seu próprio conhecimento do espaço. O levantamento buscou coletar informações sobre a familiaridade dos estudantes com os institutos e unidades da USP, cujas respostas serviram de alicerce para o desenvolvimento deste projeto.

A pesquisa contou com 63 respondentes, dos quais 95,2% são ou foram estudantes da USP, abrangendo desde calouros a veteranos. Os resultados trouxeram à tona dados importantes sobre a percepção e a exploração do campus. Quando questionados sobre o quanto bem conhecem o local, os resultados foram divididos: embora 47,6% sintam que o conhecem bem, uma maioria de 52,4% (somando as respostas “mais ou menos” e “não”) admite ter um conhecimento apenas parcial ou limitado do espaço, como ilustra a Figura 1.1.

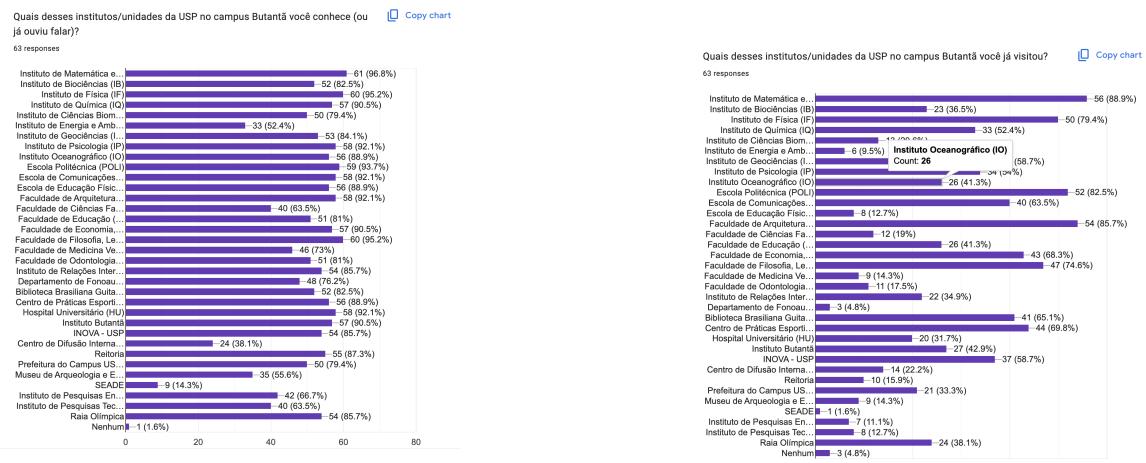
A principal revelação da pesquisa, no entanto, reside na notável disparidade entre o conhecimento nominal das unidades e a visitação efetiva, detalhada na Figura 1.2. Enquanto institutos de grande porte como a Escola Politécnica (POLI) e o Instituto de Física (IF) são conhecidos por mais de 90% dos respondentes, a taxa de visitação a muitas outras unidades é drasticamente menor. O Instituto de Biociências (IB), por exemplo, é conhecido por 82,5% dos alunos, mas foi visitado por apenas 36,5%. Casos ainda mais extremos incluem o Instituto de Energia e Ambiente (IEE), conhecido por 52,4% mas visitado por

## DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA: UMA PESQUISA PRELIMINAR



**Figura 1.1:** Gráfico da percepção dos respondentes sobre o quanto bem conhecem o campus Butantã.

somente 9,5%, e o Departamento de Fonoaudiologia, com 76,2% de conhecimento e apenas 4,8% de visitação.



**(a) Quais institutos/unidades você conhece (ou já ouviu falar)?**

**(b) Quais institutos/unidades você já visitou?**

**Figura 1.2:** Comparativo entre o conhecimento nominal e a visitação efetiva das unidades do campus.

Essa discrepância evidencia que, embora os alunos tenham uma consciência geral sobre a existência de diversas unidades, a exploração ativa e o engajamento físico com esses espaços são limitados. Os dados não apenas quantificam a desorientação, mas revelam uma oportunidade latente para uma intervenção direcionada. A pesquisa também validou o interesse na solução proposta, como mostra a Figura 1.3: uma maioria expressiva de 81% dos participantes acredita que um jogo de exploração ajudaria novos estudantes a se ambientarem, e 65,1% concordam que a ferramenta também despertaria o interesse de veteranos. Além disso, 60,3% afirmaram que jogariam a aplicação, com outros 27% considerando a possibilidade.

Esses dados preliminares, portanto, não apenas confirmam a existência de uma lacuna entre a percepção e a exploração real do campus, mas também indicam uma recepção positiva a uma solução gamificada, fornecendo uma base sólida para a motivação e o desenvolvimento do projeto “USP Odyssey”.



- (a) Você jogaria um jogo onde é possível explorar o campus da USP virtualmente?
- (b) Você acha que esse jogo despertaria o interesse de veteranos e de quem nunca visitou o campus em conhecê-lo melhor?

**Figura 1.3:** Gráficos sobre o interesse no projeto “USP Odyssey”.

## 1.4 Gamificação como Ferramenta para Motivação e Aprendizagem

Diante do desafio de promover o engajamento em contextos diversos, a gamificação emergiu como uma estratégia pedagógica e de design de interação de grande destaque na última década. De forma concisa, a gamificação é definida como “o uso de elementos de design de jogos em contextos não lúdicos” (DETERDING *et al.*, 2011; SÁNCHEZ-MENA e MARTÍ-PARREÑO, 2022; KHALDI *et al.*, 2023). Seu objetivo primordial não é criar um jogo completo, mas sim aplicar mecânicas, estéticas e pensamentos lúdicos para influenciar o comportamento, aumentar a motivação e enriquecer a experiência do usuário em uma atividade preexistente (KHALDI *et al.*, 2023).

É fundamental distinguir a gamificação do conceito de *game-based learning* (aprendizagem baseada em jogos). Enquanto este último utiliza jogos completos para ensinar uma habilidade ou conteúdo específico, a gamificação integra seletivamente componentes de jogos — como pontos, desafios, narrativas e recompensas — a um processo já existente (LANDERS, 2014). No campo da educação, essa abordagem tem se mostrado particularmente promissora. Estudos demonstram seu impacto positivo na motivação intrínseca, no comprometimento com as tarefas e nos resultados de aprendizagem em todos os níveis educacionais (LANDERS, 2014; SÁNCHEZ-MENA e MARTÍ-PARREÑO, 2022; KHALDI *et al.*, 2023). Ao introduzir elementos como desafios e recompensas, a gamificação transforma o estudante de um receptor passivo de informações em um participante ativo na construção do seu próprio conhecimento, alinhando-se a princípios neuroeducacionais que valorizam a experimentação, a curiosidade e a emoção no processo de aprendizagem (CHICA-SÁNCHEZ *et al.*, 2022; ARAYA *et al.*, 2024).

## 1.5 O Projeto “USP Odyssey”: Uma Proposta Gamificada

Este Trabalho de Conclusão de Curso propõe uma solução inovadora para o desafio do engajamento no campus: o desenvolvimento de um artefato de software intitulado “USP

## ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Odyssey”. Trata-se de uma plataforma gamificada, materializada na forma de um jogo 2D com visão superior (*top-down*), projetada especificamente para incentivar e facilitar a exploração do campus Butantã da USP. Embora a literatura acadêmica valide o uso da gamificação na educação, existe uma lacuna na aplicação de paradigmas de design de jogos de exploração clássicos para resolver o problema da navegação e engajamento em espaços físicos complexos do mundo real. Este trabalho busca preencher essa lacuna, oferecendo um modelo replicável para tal aplicação.

O objetivo geral deste trabalho é, portanto, desenvolver e analisar uma aplicação que utiliza mecânicas de jogo para transformar a navegação no campus em uma jornada de descoberta interativa e recompensadora. Para alcançar este fim, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Modelar uma representação 2D funcional e estilizada do campus da USP, utilizando o motor de jogo Unity como plataforma de desenvolvimento.
2. Implementar um sistema de navegação multimodal, que permita ao jogador se locomover pelo cenário a pé, de carro e por meio de uma simulação das linhas de ônibus circulares que atendem à Cidade Universitária.
3. Criar um sistema de itens colecionáveis que sirva como principal mecanismo de recompensa, oferecendo ao jogador informações, curiosidades e fatos históricos sobre os institutos, edifícios e marcos culturais do campus.
4. Realizar uma análise crítica da abordagem desenvolvida, avaliando sua viabilidade técnica e seu potencial como ferramenta de engajamento e integração para novos alunos e visitantes.

## 1.6 Estrutura da Monografia

Este documento está organizado de forma a apresentar o desenvolvimento do projeto “USP Odyssey” de maneira clara e estruturada. Este Capítulo 1 apresenta a introdução do projeto. O Capítulo 2 aprofunda a fundamentação teórica que sustenta o trabalho, explorando a psicologia da gamificação e analisando referenciais de design de jogos de exploração. O Capítulo 3 detalha a concepção e o design do jogo, descrevendo sua visão, suas mecânicas centrais e a modelagem do campus como um mundo de jogo. O Capítulo 4 apresenta a arquitetura de software e os detalhes da implementação técnica, abordando os padrões de projeto e as tecnologias utilizadas. O Capítulo 5 reúne os resultados obtidos, com uma análise crítica do protótipo funcional em relação aos objetivos propostos, acompanhada de uma discussão sobre limitações, desafios enfrentados e possíveis desdobramentos futuros. O Capítulo 6 descreve diretrizes de extensibilidade do projeto, oferecendo orientações práticas para que outros desenvolvedores possam expandir o jogo de maneira estruturada, incluindo a criação de novos colecionáveis, ajustes nas rotas dos ônibus circulares e manutenção dos sistemas internos. Finalmente, o Capítulo 7 apresenta a conclusão, sintetizando as contribuições do trabalho e os aprendizados obtidos ao longo do desenvolvimento.



# Capítulo 2

## Fundamentação e Referenciais de Design

A concepção do “USP Odyssey” não se baseia apenas em intuição, mas em uma sólida fundamentação que combina princípios da psicologia da motivação com práticas consolidadas de design de jogos. Este capítulo explora essas duas vertentes, detalhando como a teoria da gamificação informa as escolhas de mecânicas para fomentar o engajamento e como a análise de jogos de exploração clássicos, notadamente a série *Pokémon*, serviu de alicerce para o design da experiência de navegação.

### 2.1 A Psicologia da Gamificação: Fomentando o Engajamento

A eficácia da gamificação reside em sua capacidade de acionar gatilhos psicológicos que promovem a motivação. A literatura acadêmica na área frequentemente recorre à Teoria da Autodeterminação (*Self-Determination Theory - SDT*) para explicar esse fenômeno (LANDERS, 2014). A SDT postula que o bem-estar e a motivação intrínseca dos seres humanos são nutridos pela satisfação de três necessidades psicológicas inatas: autonomia, competência e relacionamento. O design do “USP Odyssey” foi conscientemente estruturado para atender a essas três necessidades.

**Autonomia** refere-se à necessidade de sentir que se tem controle sobre as próprias ações e decisões. No “USP Odyssey”, a autonomia é promovida pela liberdade de exploração. O jogador não é forçado a seguir um caminho linear; ele pode escolher para onde ir, qual instituto visitar e, crucialmente, qual meio de transporte utilizar, conferindo-lhe agência sobre como sua jornada de descoberta se desenrola.

**Competência** é o sentimento de ser eficaz e capaz de superar desafios. Esta necessidade é atendida através do domínio progressivo dos sistemas do jogo. Inicialmente, o jogador explora a pé. Ao aprender a usar o carro e, subsequentemente, o sistema de ônibus, ele adquire novas “habilidades” que lhe permitem superar as barreiras de distância e tempo. Cada colecionável encontrado é uma prova tangível de sua

competência exploratória, reforçando a sensação de domínio sobre a complexidade da navegação no campus.

**Relacionamento** diz respeito à necessidade de se conectar com outros e sentir-se parte de uma comunidade. Embora seja um jogo para um jogador, “USP Odyssey” fomenta o relacionamento de forma indireta, mas poderosa. Ao aprender sobre a história, a cultura e as peculiaridades de cada instituto como o mascote Fluffy do IME ([INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA USP, 2024](#)) ou a história da Biblioteca Brasiliana Mindlin ([BIBLIOTECA BRASILIANA GUITA E JOSÉ MINDLIN, 2024](#)), o jogador constrói uma conexão mais profunda com a comunidade e o legado da Universidade de São Paulo, fortalecendo seu senso de pertencimento.

Os elementos de jogo implementados, como os desafios de navegação e as recompensas na forma de colecionáveis, são os veículos para satisfazer essas necessidades. Os colecionáveis, em particular, funcionam como um análogo dos “distintivos” (*badges*), um elemento de gamificação comumente utilizado para marcar o progresso e o sucesso ([LANDERS, 2014](#)). Seu valor, no entanto, transcende a simples recompensa extrínseca, pois o conteúdo informativo apela diretamente à motivação intrínseca da curiosidade, criando um ciclo virtuoso de exploração e aprendizado.

## 2.2 Design de Exploração: Uma Análise de *Pokémon*

Para estruturar a jogabilidade de exploração, buscou-se inspiração em um dos mais bem-sucedidos exemplos do gênero: os jogos clássicos da série *Pokémon* ([CARRETA, 2022; LIFEWIRE, 2022](#)). A análise desses jogos foi realizada sob uma perspectiva de design *top-down*, que consiste em decompor um sistema existente em seus componentes fundamentais para compreender sua estrutura e replicar seus princípios em um novo projeto ([ALMEIDA, 2023](#)).

A mecânica central que governa a progressão no mundo de *Pokémon* é o sistema de *Hidden Machines* (HMs). HMs são habilidades especiais que permitem ao jogador superar obstáculos ambientais que, de outra forma, bloqueariam seu caminho ([LIFEWIRE, 2022](#)). Uma árvore que impede a passagem só pode ser removida com *Cut*; um corpo de água só pode ser atravessado com *Surf*. As HMs, portanto, não são meras conveniências, mas chaves que destravam o acesso a novas áreas do mapa, criando um modelo de progressão por barreiras (*gated progression*). Este paradigma funciona como uma poderosa heurística de design, pois resolve múltiplos problemas simultaneamente: guia o jogador, controla o ritmo da experiência, cria momentos de descoberta recompensadores e gerencia a carga cognitiva ao apresentar o mundo de jogo de forma gradual.

Este paradigma foi diretamente adaptado para o “USP Odyssey”, onde o sistema de transporte multimodal funciona como um análogo funcional ao sistema de HMs:

- **Movimento a Pé:** É o estado padrão do jogador, equivalente a andar pelo mundo de *Pokémon* sem nenhuma HM. O acesso é livre, mas limitado pela velocidade e pelas barreiras geográficas do campus.
- **Movimento de Carro:** É análogo a uma HM que concede velocidade e acesso a um tipo específico de “terreno”: as ruas. Permite ao jogador atravessar longas distâncias rapidamente, mas está restrito à malha viária.

- **Transporte por Ônibus:** Funciona como a HM *Fly*, o sistema de “viagem rápida” do jogo. Ao interagir com um ponto de ônibus, o jogador pode se transportar mais rápido para outros pontos predeterminados ao longo da rota, “destravando” o acesso a partes remotas do campus que seriam excessivamente demoradas de alcançar.

Ao adotar esse modelo, a navegação no “USP Odyssey” deixa de ser uma tarefa trivial e se transforma em um quebra-cabeça ambiental. O jogador é incentivado a pensar estrategicamente sobre qual meio de transporte é o mais adequado para alcançar um determinado objetivo. A descoberta de uma nova linha de ônibus ou a localização do carro torna-se um momento de progressão significativo, recompensando a curiosidade e a exploração. Dessa forma, o modelo de progressão por barreiras, inspirado em *Pokémon*, atua como o principal mecanismo para a satisfação da necessidade de \*Competência\* definida pela Teoria da Autodeterminação, criando uma sinergia coesa entre a teoria psicológica e o design prático do jogo.



# Capítulo 3

## Concepção e Design do Jogo “USP Odyssey”

Com a fundamentação teórica e os referenciais de design estabelecidos, este capítulo se dedica a detalhar o “o quê” do projeto. Ele traduz os conceitos abstratos de gamificação e exploração em um plano de jogo concreto, descrevendo a visão geral, as mecânicas de jogabilidade e o design de nível do “USP Odyssey”.

### 3.1 Visão Geral e Proposta Lúdica

**Premissa** O jogador assume o papel de um estudante recém-chegado à USP, curioso e ávido por conhecer o novo ambiente. A missão implícita é explorar o vasto campus do Butantã, desvendando seus locais mais icônicos e descobrindo as histórias e informações que eles guardam.

**Público-Alvo** O jogo é primariamente destinado a calouros da USP, que podem utilizá-lo como uma ferramenta lúdica de integração e orientação. Secundariamente, destina-se a visitantes, estudantes de outros campi e membros da comunidade universitária que desejam conhecer melhor a história e a geografia da Cidade Universitária.

**Loop de Jogabilidade Central (*Gameplay Loop*)** A experiência do jogador é construída em torno de um ciclo de ações contínuo e recompensador, projetado para manter o engajamento:

1. **Explorar:** O jogador movimenta-se livremente pelo mapa, descobrindo novas áreas acessíveis por meio de seu modo de transporte atual.
2. **Identificar Barreira:** O jogador avista um Ponto de Interesse (POI) ou uma área do mapa que é de difícil acesso, seja pela distância, seja por barreiras geográficas.
3. **Adquirir Ferramenta:** Através da exploração, o jogador encontra e ganha acesso a um novo modo de transporte (o carro ou uma linha de ônibus).

4. **Superar Barreira:** Utilizando a nova “ferramenta” de navegação, o jogador supera a barreira anteriormente identificada.
5. **Coletar e Aprender:** Ao chegar ao novo local, o jogador encontra e interage com um item colecionável, que o recompensa com informações.
6. **Repetir:** A informação recém-adquirida ou a nova capacidade de locomoção revela outros POIs antes inacessíveis, reiniciando o ciclo.

## 3.2 Design de Mecânicas (*Game Mechanics*)

As mecânicas de jogo são as regras e os sistemas que definem como o jogador interage com o mundo do “USP Odyssey”.

### 3.2.1 Navegação Multimodal

A principal mecânica do jogo é a capacidade de alternar entre diferentes modos de transporte, cada um com suas características e limitações.

- **Movimento a Pé:** O controle padrão do personagem, com movimentação em oito direções e uma velocidade base. A pé, o jogador pode entrar em edifícios, interagir com pontos de ônibus e acessar áreas exclusivas para pedestres.
- **Movimento de Carro:** Oferece uma velocidade de deslocamento significativamente maior, mas está restrito às vias pavimentadas do mapa. A mecânica de “entrar” e “sair” do carro é acionada por uma tecla de interação quando o jogador está próximo ao veículo.
- **Transporte por Ônibus:** Funciona como uma rede de viagem rápida (*fast travel network*) entre pontos fixos. O jogador aproxima-se de um ponto de ônibus, interage com ele e uma interface de usuário (UI) é exibida, permitindo a seleção de uma das linhas disponíveis e, em seguida, a escolha de um ponto de desembarque na mesma rota.

### 3.2.2 Sistema de Colecionáveis e Descoberta

Este sistema é o coração do aspecto de gamificação e aprendizado do jogo.

- **Objetos Colecionáveis:** São representados visualmente no mapa por ícones temáticos, posicionados em locais-chave, como um ícone de Arquimedes em frente ao IME ou um livro raro em frente à Biblioteca Brasiliana.
- **Conteúdo Informativo:** Ao interagir com um colecionável, uma janela de UI é exibida, contendo um texto curto e, opcionalmente, uma imagem sobre aquele local. O conteúdo é pesquisado e curado para ser interessante e educativo. Exemplos incluem:
  - **IME:** Informações sobre sua fundação em 1970 e curiosidades como o mascote Fluffy ([INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA USP, 2024](#); [WIKIPEDIA, 2024b](#)).

- **Reitoria:** Fatos sobre a história da administração da USP e a origem de tradições acadêmicas (ROMERO, 2006; FACULDADE DE DIREITO DA USP, 2021).
- **Biblioteca Brasiliana (BBM):** A história da doação da coleção de Guita e José Mindlin e detalhes sobre o edifício (BIBLIOTECA BRASILIANA GUITA E JOSÉ MINDLIN, 2024; WIKIPEDIA, 2024a; PINTO, 2023).
- **Praça do Relógio:** Detalhes sobre a Torre do Relógio, obra do arquiteto Rino Levi (EXPLORE USP, 2024; WIKIPEDIA, 2024c).
- **Interface de Acompanhamento:** Para incentivar o completismo, o jogo inclui um menu, como uma “Enciclopédia do Campus”, onde o jogador pode revisar todas as informações que já coletou, organizadas por área ou instituto.

### 3.3 Design de Nível (*Level Design*)

O design de nível envolve a tradução do campus real para um mundo de jogo funcional e interessante.

- **O Campus Butantã como Mundo de Jogo:** O processo de criação do mapa envolveu a abstração da geografia real da Cidade Universitária para um formato 2D baseado em grade (*tile-based*), utilizando o sistema de *Tilemaps* do motor Unity (UNITY TECHNOLOGIES, 2024c; UNITY TECHNOLOGIES, 2024a).
- **Abstração e Escala:** Foram feitas escolhas deliberadas de simplificação para priorizar a jogabilidade. A escala dos edifícios e a largura das ruas foram ajustadas não apenas por razões estéticas, mas para garantir a legibilidade do mapa e otimizar o fluxo de navegação do jogador, evitando que marcos importantes fossem visualmente obscurecidos.
- **Mapeamento de Pontos de Interesse (POIs):** Os locais que receberiam colecionáveis foram cuidadosamente selecionados com base em sua relevância histórica, cultural ou funcional, incluindo locais como a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) (FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP, 2024) e a Faculdade de Economia e Administração (FEA).
- **Posicionamento Estratégico:** O posicionamento dos POIs, dos pontos de ônibus e do ponto de partida do carro foi planejado para criar um fluxo de exploração natural. Por exemplo, um POI inicial pode estar próximo, mas o próximo pode estar em uma área que praticamente exige o uso do carro ou do ônibus, guiando organicamente a progressão do jogador pelo mapa e pelos sistemas de jogo.



# Capítulo 4

## Arquitetura e Implementação Técnica

Este capítulo detalha os aspectos técnicos do desenvolvimento do “USP Odyssey”, abordando o “como” o jogo foi construído. A discussão abrange desde a escolha do ambiente de desenvolvimento até a implementação de sistemas específicos, como a Máquina de Estados Finitos para o controle do jogador e a arquitetura de dados para o conteúdo do campus. O objetivo é demonstrar proficiência em engenharia de software e na aplicação de padrões de projeto para criar um sistema robusto e manutenível.

### 4.1 Ambiente de Desenvolvimento e Arquitetura de Software

**Motor de Jogo** O projeto foi desenvolvido utilizando o **Unity Engine**, uma das plataformas de desenvolvimento de jogos mais difundidas na indústria. A escolha foi motivada por seu robusto conjunto de ferramentas para desenvolvimento 2D e pelo vasto ecossistema de documentação e suporte da comunidade ([UNITY TECHNOLOGIES, 2024c](#); [UNITY TECHNOLOGIES, 2024b](#)).

**Linguagem de Programação** A lógica do jogo foi implementada em **C#**, a linguagem de *scripting* padrão do Unity, que oferece um ambiente de programação moderno e orientado a objetos ([UNITY TECHNOLOGIES, 2024b](#)).

**Estrutura do Projeto** Para garantir a organização e a manutenibilidade do código e dos recursos (*assets*), foi adotada uma estrutura de diretórios padronizada, separando logicamente *Scripts*, *Sprites*, *Prefabs*, *Scenes*, entre outros.

**Padrões de Projeto** A arquitetura geral do jogo emprega conceitos como o padrão **Singleton** para gerenciadores globais (ex: *GameManager*), que garantem um ponto de acesso único a sistemas centrais, e o padrão **Observador** para a comunicação desacoplada entre sistemas.

## 4.2 Gerenciamento de Estado do Jogador com Máquina de Estados Finita (FSM)

O jogador no “USP Odyssey” pode existir em vários estados mutuamente exclusivos: caminhando, dirigindo um carro ou dentro de um ônibus. Para gerenciar as transições e a lógica de cada estado de forma organizada e escalável, foi implementada uma **Máquina de Estados Finitos** (*Finite State Machine - FSM*). A FSM é um padrão de projeto comportamental que permite a um objeto alterar seu comportamento quando seu estado interno muda, isolando a lógica de cada estado em sua própria classe (BLACK, 2023; MONOFLAUTA, 2022; BITZOS, 2022). A adoção deste padrão foi crucial para garantir a escalabilidade do sistema, permitindo a futura adição de novos estados (e.g., andar de bicicleta) com mínima refatoração do código existente.

Os principais estados implementados foram:

- `PlayerOnFootState`: Gerencia o controle do personagem a pé e verifica colisões com gatilhos (*triggers*) de interação.
- `PlayerDrivingState`: Ativa o *script* de controle do carro e monitora a entrada para a ação de “sair do carro”.
- `PlayerOnBusState`: Desativa o controle do jogador, vincula seu movimento ao do ônibus e gerencia a interface de seleção de rota.

A Tabela 4.1 formaliza a lógica de transição entre os estados.

## 4.3 Implementação dos Sistemas de Jogo

### 4.3.1 Controladores de Movimento

- **Personagem:** O `PlayerController` utiliza o componente `Rigidbody2D` para um movimento baseado em física, com a força sendo aplicada no método `FixedUpdate` para garantir consistência.
- **Carro:** O `CarController` implementa uma física de condução arcade *top-down*. A aceleração é simulada aplicando uma força na direção frontal do carro, enquanto a direção é controlada pela aplicação de torque. Para criar uma sensação de “derrapagem” (*drift*), uma força lateral oposta à velocidade é aplicada para reduzir o deslizamento, resultando em um controle mais responsivo (THAPA, 2022; PRETTY FLY GAMES, 2020).

### 4.3.2 Simulação do Transporte Público

- **Rotas de Ônibus:** Cada linha de ônibus é representada por uma lista ordenada de `Transforms` que servem como *waypoints* (pontos de passagem) (IMPHENZIA, 2021). Um *script* `BusController` move o objeto do ônibus sequencialmente entre esses pontos. Os itinerários reais serviram de base para o posicionamento desses *waypoints*.

Estado Atual	Evento de Transição	Estado de Destino	Ações na Transição
OnFoot	Interação com o gatilho do carro	Driving	Desativa PlayerController, ativa CarController, muda a câmera para seguir o carro.
OnFoot	Interação com o gatilho do ponto de ônibus	OnBus	Desativa PlayerController, abre a UI de seleção de rota/parada.
Driving	Pressiona tecla de interação para sair	OnFoot	Ativa PlayerController, desativa CarController, posiciona o jogador ao lado do carro.
OnBus	Seleciona “Desembarcar” na UI	OnFoot	Ativa PlayerController, posiciona o jogador no ponto de ônibus de destino, fecha a UI.

**Tabela 4.1:** Lógica de transição da Máquina de Estados Finitos (FSM) do jogador.

- **Embarque e Desembarque:** A interação para embarque é gerenciada por componentes Collider2D configurados como *triggers* nos objetos dos pontos de ônibus (UNITY TECHNOLOGIES, 2024a).
- **Vinculação à Plataforma Móvel:** Ao embarcar, o Transform do jogador torna-se filho (*child*) do Transform do ônibus com o comando `player.transform.SetParent(bus.transform)`. Isso faz com que qualquer movimento aplicado ao ônibus seja automaticamente herdado pelo jogador. Ao desembarcar, a paternidade é removida com `player.transform.SetParent(null)` (SHORTY, 2021; JNM, 2021; CODE MONKEY, 2022).

## 4.4 Estrutura e Integração dos Dados do Campus

Para gerenciar os dados informativos de forma eficiente e desacoplada do código, foi adotado o uso de ***Scriptable Objects*** do Unity. *Scriptable Objects* são contêineres de dados que podem ser salvos como *assets* no projeto, permitindo que o conteúdo do jogo seja facilmente gerenciado e expandido por qualquer pessoa da equipe, mesmo sem conhecimento de programação (UNITY TECHNOLOGIES, 2024c).

Foi criado um tipo de *Scriptable Object* chamado `PointOfInterestData`. Cada local de interesse no jogo é representado por um *asset* deste tipo. Quando o jogador interage com um colecionável, o *script* desse objeto simplesmente carrega o *asset* correspondente e

passa seus dados para o `UIManager`. Esse desacoplamento entre dados e lógica é um pilar da arquitetura do projeto. A estrutura de dados de cada POI está detalhada na Tabela 4.2.

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
<code>poiID</code>	<code>string</code>	Identificador único do Ponto de Interesse (ex: “IME”).
<code>nomeExibido</code>	<code>string</code>	Nome do local a ser exibido na interface do usuário.
<code>textoColecionavel</code>	<code>string (multiline)</code>	O texto informativo ou curiosidade que é revelado ao jogador.
<code>spriteIcone</code>	<code>Sprite</code>	O ícone que representa o colecionável no mapa do jogo.
<code>imagemOpcional</code>	<code>Sprite</code>	Uma imagem opcional para ser exibida junto com o texto na UI.

**Tabela 4.2:** Estrutura de dados do Ponto de Interesse via `ScriptableObject`.

## 4.5 Funcionalidades Adicionais de Navegação e Engajamento

Além dos sistemas centrais de locomoção e coleta descritos nos capítulos anteriores, o desenvolvimento do “USP Odyssey” inclui três funcionalidades complementares com impacto direto na experiência de navegação do jogador: (i) o minimapa, (ii) a identificação automática de regiões do campus e (iii) o menu de colecionáveis com sistema de progresso e viagem rápida. Esta seção detalha a implementação técnica de cada uma dessas características.

### 4.5.1 Minimap

O minimapa foi implementado para capturar uma visão superior do mapa em escala reduzida. Essa câmera utiliza um *orthographic size* específico para enquadrar a região ao redor do jogador, e sua posição é atualizada a cada quadro para seguir o `Transform` do personagem.

Para representar a posição do jogador no minimapa, foi incluído um ícone simples ancorado no centro da renderização. O marcador segue a posição do jogador de acordo com sua movimentação no mapa.

A Figura 4.1 ilustra o resultado final dessa implementação.



**Figura 4.1:** Interface do minimapa exibida na tela.

#### 4.5.2 Identificação Automática de Regiões

Para aprimorar a orientação do jogador no mapa, foi implementado um sistema de identificação automática de regiões. Cada área relevante do campus como IME-USP, FEA, FAU, Reitoria é delimitada por um `BoxCollider2D` configurado como *trigger*. Ao detectar que o jogador entrou em uma dessas regiões, o jogo dispara um evento que atualiza uma faixa superior na interface, exibindo o nome da localidade atual.

A lógica é gerenciada por um componente `RegionTrigger`, responsável por capturar o evento `OnTriggerEnter2D`. Esse componente notifica o `UIManager`, que ativa uma animação de exibição do texto com temporização controlada. O sistema foi projetado para funcionar independentemente do estado do jogador (a pé, dirigindo ou no ônibus), uma vez que a detecção depende exclusivamente da posição do `Transform` do personagem no mapa.

Esse recurso reforça a familiaridade do jogador com o ambiente representado e cria uma conexão direta entre a navegação virtual e o espaço físico correspondente. A Figura 4.2 mostra um exemplo dessa funcionalidade em execução.



**Figura 4.2:** Exibição automática da identificação de região ao entrar no perímetro do IME-USP.

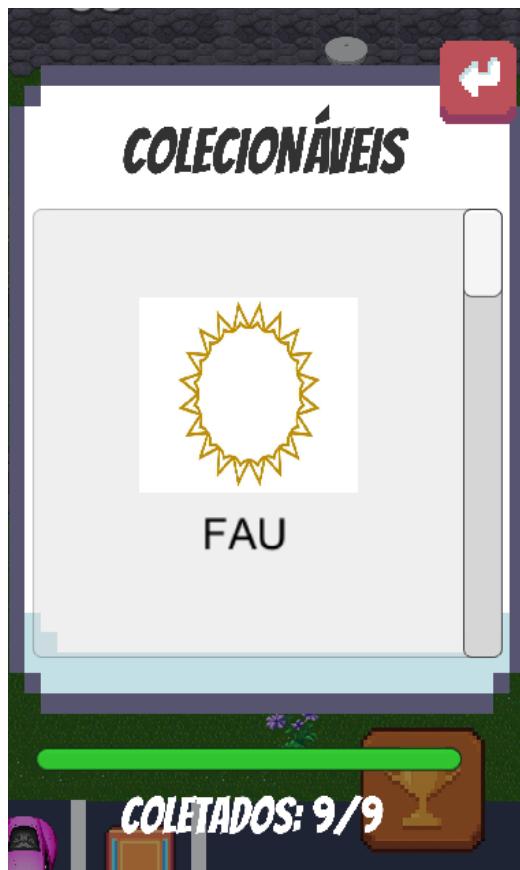
#### 4.5.3 Menu de Colecionáveis e Sistema de Viagem Rápida

O menu de colecionáveis foi projetado para funcionar como um hub central de progresso, exibindo todos os itens disponíveis no jogo. Cada colecionável é representado por um botão na interface. Itens já coletados apresentam sua arte e título desbloqueados; itens não adquiridos apresentam um ícone de cadeado, obtido por um *Sprite* específico carregado no *UIManager*.

O estado de cada colecionável é armazenado internamente por meio de um dicionário que associa o identificador único (*poiID*) ao status de coleta. Ao abrir o menu, o sistema percorre essa estrutura e atualiza dinamicamente cada entrada da interface.

Além do acompanhamento visual do progresso, o menu implementa uma funcionalidade adicional de **viagem rápida**. Para os colecionáveis já desbloqueados, o jogador pode selecionar um deles e pressionar um botão de teletransporte. O sistema invoca um método no PlayerManager que reposiciona o personagem diretamente nas coordenadas associadas ao Ponto de Interesse correspondente, atualizando também o CameraController e o minimapa.

Essa mecânica recompensa a exploração contínua: quanto mais o jogador coleta, mais destinos de viagem rápida ele desbloqueia, reduzindo o tempo de deslocamento e incentivando visitas repetidas a locais já explorados. A Figura 4.3 exibe a interface final desse menu.



(a) Menu de colecionáveis com itens desbloqueados.



(b) Itens não coletados exibidos com ícone de cadeado.

**Figura 4.3:** Interface do menu de colecionáveis, exibindo progresso e acesso à viagem rápida.



# Capítulo 5

## Resultados e Análise Crítica

Este capítulo apresenta os resultados concretos do desenvolvimento do projeto “USP Odyssey”. Inicia-se com a descrição do protótipo funcional obtido, seguida por uma análise crítica de como as funcionalidades implementadas atendem aos objetivos de gamificação propostos. Por fim, discute-se os desafios enfrentados, as limitações do trabalho atual e as direções para trabalhos futuros, seguindo a estrutura de avaliação de projetos de jogos vista em trabalhos correlatos.

### 5.1 Apresentação do Protótipo Funcional

O desenvolvimento culminou em um protótipo funcional que implementa as mecânicas centrais tratadas no capítulo de design. O jogo oferece uma experiência coesa de exploração do campus Butantã da USP. O protótipo é jogável e permite ao usuário experimentar o *gameplay loop* completo: explorar, encontrar barreiras de locomoção, utilizar os diferentes meios de transporte para superá-las e ser recompensado com conteúdo informativo ao alcançar novos locais. As figuras abaixo ilustram os principais componentes do jogo em ação: a visão geral do mapa, o jogador se movendo a pé e de carro, a interface de interação com o sistema de ônibus e a janela de informações de um item colecionável.



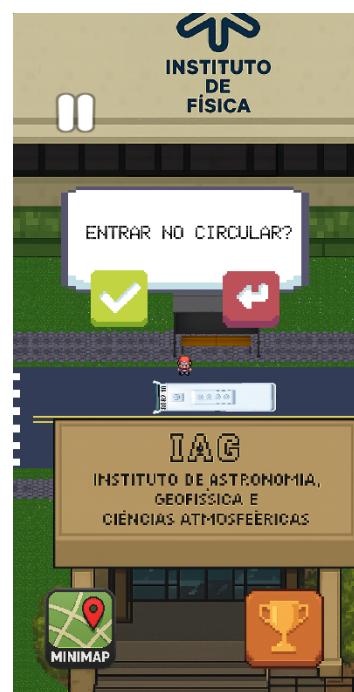
(a) Visão geral do IME e a pé.



(b) Janela de informação de um item colecionável.



(c) Mecânica de navegação com o carro.



(d) Interface de interação com o sistema de ônibus.

**Figura 5.1:** Imagens ilustrando o protótipo funcional do "USP Odyssey".

## 5.2 Avaliação dos Objetivos de Gamificação

A análise do protótipo permite avaliar o sucesso da aplicação dos princípios de gamificação em relação aos objetivos específicos definidos na Introdução.

- **Engajamento através da Exploração Estruturada:** A analogia do sistema de transporte com as HM's de *Pokémon* provou ser eficaz. A necessidade de alternar entre andar, dirigir e usar o ônibus para acessar diferentes partes do mapa transforma a navegação, uma tarefa potencialmente mundana, em um quebra-cabeça de exploração. O sistema atende ao objetivo de implementar uma navegação multimodal e incentiva o jogador a explorar ativamente o mapa não apenas para encontrar colecionáveis, mas também para descobrir como otimizar suas rotas, mantendo o engajamento através de um desafio constante.
- **Recompensa e Aprendizagem:** O sistema de colecionáveis funciona como um forte motivador, atendendo diretamente ao objetivo de criar um mecanismo de recompensa. A curiosidade para descobrir “o que este prédio faz” ou “qual a história deste monumento” impulsiona a exploração. Ao vincular a recompensa (coleta do item) a um conteúdo informativo relevante e conciso, o jogo consegue entregar conhecimento de forma orgânica. O jogador aprende sobre a universidade como um produto prazeroso da atividade de jogar, validando a premissa central da gamificação educacional (CHICA-SÁNCHEZ *et al.*, 2022; ARAYA *et al.*, 2024). O sucesso do protótipo reside não apenas em sua funcionalidade técnica, mas em sua capacidade de criar uma ponte entre o mundo digital e o ambiente físico do estudante.

### 5.3 Desafios, Limitações e Trabalhos Futuros

Todo projeto de desenvolvimento de software enfrenta obstáculos e possui um escopo definido. É crucial reconhecer esses aspectos para uma avaliação honesta do trabalho e para traçar um caminho para sua evolução.

Durante o desenvolvimento, a implementação de uma física de carro 2D *top-down* que fosse ao mesmo tempo controlável e divertida exigiu iterações significativas. Outro ponto complexo foi garantir a robustez da Máquina de Estados Finitos, especialmente nas transições que envolviam a mudança de controle e a manipulação da hierarquia de objetos, para evitar estados inconsistentes.

**Limitações do Protótipo** O protótipo atual, embora funcional, possui limitações inerentes ao escopo de um TCC. O mapa implementado cobre uma área central do campus, mas não sua totalidade. O número de Pontos de Interesse e colecionáveis é representativo, mas não exaustivo. Além disso, elementos de polimento, como efeitos sonoros, música de fundo e animações mais elaboradas, não foram implementados por serem considerados secundários em relação à validação das mecânicas centrais.

O “USP Odyssey” possui um vasto potencial de expansão. As seguintes melhorias são propostas como próximos passos para transformar o protótipo em uma aplicação completa:

- **Expansão de Conteúdo no Campus Butantã:** Mapear a totalidade do campus Butantã e adicionar dezenas de outros colecionáveis, incorporando mais institutos, praças, serviços de apoio estudantil e marcos históricos.
- **Expansão para outros campi e espaços da USP:** Estender o projeto para além do campus Butantã, criando mapas específicos para outros campi da

USP como Ribeirão Preto, São Carlos e Lorena, bem como para museus e equipamentos culturais gerenciados pela universidade. Essa expansão pode ser implementada por meio de “portais” no próprio jogo, que transportam o jogador entre diferentes mapas temáticos, permitindo que o *USP Odyssey* se torne um hub unificado de exploração da USP em escala multicampi.

- **Sistema de Missões:** Implementar um sistema de missões guiadas por exemplo, “Leve um livro da Biblioteca Central para a Biblioteca do IME”, que poderia introduzir novos jogadores às mecânicas de forma mais estruturada e criar narrativas de exploração mais complexas.
- **Integração de Dados em Tempo Real:** Conectar o jogo a APIs da USP ou da SPTrans para, por exemplo, mostrar a localização real dos ônibus circulares no mapa do jogo. Esta funcionalidade transformaria o jogo de uma ferramenta educacional estática em um utilitário dinâmico para o campus.
- **Polimento Audiovisual:** Adicionar uma trilha sonora, efeitos sonoros e animações mais fluidas para aumentar a imersão e o apelo estético da experiência.
- **Testes de Usabilidade:** Realizar um estudo formal com estudantes ingressantes, coletando dados qualitativos e quantitativos para medir o impacto real do jogo no engajamento, no conhecimento do campus e no senso de pertencimento, validando as hipóteses deste trabalho.

# Capítulo 6

## Extensibilidade e Continuidade do Projeto

Este capítulo apresenta diretrizes para a expansão e manutenção futura do projeto *USP Odyssey*. O objetivo é permitir que outros desenvolvedores possam adicionar novos conteúdos, alterar funcionalidades existentes e evoluir o jogo sem depender do autor original. São abordados principalmente os sistemas de colecionáveis e as rotas dos ônibus circulares que atravessam o campus.

### 6.1 Sistema de Colecionáveis

Todos os colecionáveis estão organizados no objeto *Collectibles* dentro da *Hierarchy* do Unity. Cada item segue uma estrutura padronizada, composta por:

- um *Sprite Renderer*, responsável pela exibição do ícone no mapa;
- o componente *Collectible*, que contém metadados como nome, imagem, ID e descrição;
- um *Circle Collider 2D* configurado como *trigger*;
- o script *ItemBobbing*, que aplica uma animação leve de flutuação ao objeto.

Recomenda-se que os ícones utilizados para representar os institutos sejam imagens com fundo branco e que o valor de *Pixels Per Unit* da imagem seja ajustado para que o sprite se encaixe corretamente no círculo do coletável.

#### 6.1.1 Adicionando um novo colecionável

Para adicionar um novo colecionável ao jogo, deve-se seguir os seguintes passos:

1. No Unity, criar um novo objeto dentro da pasta *Collectibles* ou duplicar um coletável existente.
2. Substituir o sprite exibido no mapa.

3. Preencher os campos do componente *Collectible*, incluindo ID único, nome, imagem e descrição.
4. Ajustar o *Circle Collider 2D* conforme o tamanho do sprite.
5. Posicionar o coletável no local desejado no mapa.

Após seguir estes passos, o novo item será automaticamente integrado ao *Menu de Colecionáveis*, sem necessidade de qualquer alteração adicional no código.

## 6.2 Rotas dos Ônibus Circulares

As quatro rotas de ônibus simuladas no jogo: 8082, 8083, 8084 e 8085 estão organizadas na pasta *BusPaths*, cada uma contendo uma lista ordenada de *waypoints* que determina seu trajeto. Cada ônibus possui um prefab associado, que contém a lista de pontos a serem seguidos.

### 6.2.1 Modificando rotas existentes

Para alterar a rota de qualquer uma das linhas, deve-se:

1. Abrir a pasta correspondente à linha desejada.
2. Reposicionar os *waypoints* no mapa conforme o novo trajeto desejado.
3. Garantir que a ordem dos *waypoints* permaneça coerente, pois esta ordem define o percurso.
4. Adicionar estes waypoints a prefab dos circulares da linha na ordem que serão percorridos.

### 6.2.2 Adicionando novos ônibus

Para inserir novos veículos em uma linha já existente, basta:

1. Duplicar um dos prefabs de ônibus existentes.
2. Modificar o valor de *Current Waypoint Index* no componente de movimentação, para que o novo ônibus não apareça sobreposto aos demais.
3. Adicionar o script *BusActivator* ao *waypoint* inicial, garantindo que o veículo só seja carregado quando o jogador estiver próximo.

### 6.2.3 Criando novos *waypoints*

Caso seja necessário adicionar novos pontos ao trajeto:

1. Criar um novo objeto na pasta da linha correspondente.
2. Posicioná-lo no mapa.

3. Adicionar este novo ponto à lista de *waypoints* no inspector do prefab do ônibus, obedecendo a ordem correta de execução.

O último passo é essencial: embora o objeto exista na *Hierarchy*, o ônibus só o seguirá caso ele esteja registrado na lista interna do prefab.

## 6.3 Otimização e Carregamento Dinâmico

Para evitar que todos os ônibus sejam carregados simultaneamente, o que consumiria recursos desnecessários, o sistema utiliza o script *BusActivator.cs*. Ele garante que cada ônibus só seja ativado quando o jogador estiver dentro de uma distância pré-definida, e seja desativado ao se afastar.

Isso permite:

- manter dezenas de ônibus configurados na cena sem sobrecarregar o processador;
- reduzir o uso de memória ao desativar veículos distantes;
- melhorar o desempenho geral em dispositivos menos potentes.



# Capítulo 7

## Conclusão

Ao final desta jornada de pesquisa e desenvolvimento, este capítulo sintetiza o trabalho realizado no projeto “USP Odyssey”, reflete sobre suas contribuições para a intersecção entre tecnologia, educação e vida universitária, e destaca os aprendizados obtidos ao longo do processo, conectando a execução do projeto com a formação acadêmica em Ciência da Computação.

### 7.1 Síntese do Trabalho Realizado

Este trabalho partiu do desafio de mitigar a desorientação e promover o engajamento dos estudantes com o espaço físico da Cidade Universitária da USP. A solução proposta foi a concepção e implementação de “USP Odyssey”, uma plataforma gamificada na forma de um jogo 2D de exploração. O projeto buscou, através de diferentes mecânicas, transformar a tarefa de conhecer o campus em uma experiência interativa e recompensadora.

A metodologia de design inspirou-se em clássicos do gênero de exploração, adaptando o conceito de progressão por barreiras para um sistema de navegação multimodal. A implementação foi realizada no motor de jogo Unity, empregando padrões de engenharia de software como a Máquina de Estados Finitos para garantir uma arquitetura de controle robusta, e *Scriptable Objects* para um gerenciamento de conteúdo flexível. O resultado é um protótipo funcional que valida a proposta, demonstrando que é viável criar uma ferramenta digital que não apenas informa, mas também engaja e motiva os usuários a se conectarem com seu ambiente físico.

### 7.2 Contribuições e Aprendizados

A principal contribuição deste trabalho é a apresentação de um estudo de caso prático e bem-sucedido da aplicação de princípios de gamificação para resolver um problema concreto no contexto universitário. “USP Odyssey” serve como um modelo de como o design de jogos pode ser empregado como uma ferramenta de *place-based learning* (aprendizagem baseada no local), ajudando os estudantes a construir um mapa mental e emocional de seu ambiente. Mais amplamente, o projeto oferece um *proof-of-concept* para

a aprendizagem baseada em local por meio da exploração gamificada, tornando o trabalho relevante para outras universidades e contextos que enfrentam desafios semelhantes de integração espacial.

Do ponto de vista acadêmico, o desenvolvimento deste projeto foi uma experiência de aprendizado que permitiu a aplicação integrada de conhecimentos adquiridos ao longo da graduação em Ciência da Computação, de forma análoga à reflexão presente em outros trabalhos da área. Destacam-se as seguintes conexões:

- **Algoritmos e Estruturas de Dados:** A disciplina foi fundamental para o design das estruturas de dados dos Pontos de Interesse e para a implementação do sistema de *waypoints* dos ônibus.
- **Engenharia de Software:** Os conceitos de padrões de projeto e arquitetura de software foram cruciais. A aplicação da FSM e o desacoplamento de dados via *Scriptable Objects* são testemunhos da importância de se projetar sistemas manuteníveis e escaláveis.
- **Computação Gráfica:** O conhecimento sobre o funcionamento de uma *pipeline* de renderização e sistemas de coordenadas foi essencial para trabalhar eficientemente com as ferramentas 2D do Unity.
- **Interação Humano-Computador:** Os princípios de design de interfaces e experiência do usuário (UX) guiaram a criação de uma UI clara e de um *gameplay loop* intuitivo e recompensador.

Em suma, “USP Odyssey” não é apenas um jogo; é a materialização de um processo de pesquisa, design e engenharia que demonstra o poder da computação para criar soluções criativas e centradas no ser humano. O projeto abre caminho para futuras pesquisas que possam enriquecer ainda mais a vivência universitária, provando que, por vezes, a melhor forma de se encontrar em um lugar novo é simplesmente começar a jogar.

# Referências

- [ALMEIDA 2023] Marcos Silvano Orita de ALMEIDA. *Design de jogos por decomposição e composição: uma abordagem baseada em componentes*. Tese de Doutorado. 2023. URL: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-20230727-113403/publico/AlmeidaMarcosSilvanoOrita.pdf> (citado na pg. 8).
- [ARAYA *et al.* 2024] Roberto ARAYA, Mario ARIAS-OLIVA e Heriberto RIVERA. “School engagement and gamification in higher education: a systematic review”. *Frontiers in Education* 9 (2024) (citado nas pgs. 1, 4, 25).
- [BIBLIOTECA BRASILIANA GUITA E JOSÉ MINDLIN 2024] BIBLIOTECA BRASILIANA GUITA E JOSÉ MINDLIN. *História da BBM*. 2024. URL: <https://www.bbm.usp.br/pt-br/hist%C3%B3ria/> (citado nas pgs. 8, 13).
- [BITZOS 2022] Michael BITZOS. *Finite State Machines for Player Controllers*. 2022. URL: <https://michaelbitzos.com/devblog/fsm-player-controllers> (citado na pg. 16).
- [BLACK 2023] Jo-Jo BLACK. *Building a State Machine in Unity with C#*. 2023. URL: <https://medium.com/@jojackblack/building-a-state-machine-in-unity-with-c-b1c7c9c80a04> (citado na pg. 16).
- [BÜRGISSE et al. 2018] N. BÜRGISSE, S. MAGNENAT, A. NIJHOLT e I. NAKE. “Campus explorer: a location-based game for university campuses”. In: *Proceedings of the 2018 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*. 2018, pp. 1–8 (citado na pg. 2).
- [CARRETA 2022] Victor Hugo CARRETA. *Curiosidades da primeira geração dos jogos de Pokémon*. 2022. URL: <https://www.nintendoblast.com.br/2022/04/curiosidades-primeira-geracao-jogos-pokemon.html> (citado na pg. 8).
- [CHICA-SÁNCHEZ *et al.* 2022] Iván CHICA-SÁNCHEZ, Alfonso VALERO-VALENZUELA e David HORTIGÜELA-ALCALÁ. “Gamification in physical education: a systematic review of the literature”. *Education Sciences* 12.8 (2022), p. 540 (citado nas pgs. 4, 25).
- [CODE MONKEY 2022] CODE MONKEY. *Simple Moving Platform in Unity (that works!)*. 2022. URL: <https://m.youtube.com/watch?v=2MkNoaWJWf4> (citado na pg. 17).

- [DETERDING *et al.* 2011] Sebastian DETERDING, Dan DIXON, Rilla KHALED e Lennart NACKE. “From game design elements to gamefulness: defining “gamification””. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. New York, NY, USA: ACM, 2011, pp. 9–15 (citado na pg. 4).
- [EXPLORE USP 2024] EXPLORE USP. *Praça do Relógio*. 2024. URL: <https://sites.google.com/usp.br/exploreusp/pr%C3%A7a-do-rel%C3%B3gio> (citado nas pgs. 1, 13).
- [FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP 2024] FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP. *Arquitetura e Urbanismo*. 2024. URL: <https://www.fau.usp.br/ensino/graduacao/arquitetura-e-urbanismo/> (citado na pg. 13).
- [FACULDADE DE DIREITO DA USP 2021] FACULDADE DE DIREITO DA USP. *A história da USP e suas curiosidades a partir do olhar de seus reitores*. 2021. URL: <https://direito.usp.br/noticia/e8e1882358c3-a-historia-da-usp-e-suas-curiosidades-a-partir-do-olhar-de-seus-reitores> (citado na pg. 13).
- [IMPHENZIA 2021] IMPHENZIA. *How to make an object follow a path - Unity Tutorial*. 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KoFDDp5W5p0> (citado na pg. 16).
- [INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA USP 2024] INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA USP. *História do IME*. 2024. URL: <https://www.ime.usp.br/historia/> (citado nas pgs. 8, 12).
- [JNM 2021] JNM. *Moving Platform in Unity - Player Attaches to Platform*. 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rO19dA2jksk> (citado na pg. 17).
- [KHALDI *et al.* 2023] K. KHALDI, S. AROUSSI e A. EL MOUSSATI. “Gamification in higher education: a systematic mapping study”. *Education and Information Technologies* 28 (2023), pp. 1–35 (citado na pg. 4).
- [LANDERS 2014] Richard N. LANDERS. “Developing a theory of gamified learning: linking serious games and gamification of learning”. *Simulation & Gaming* 45.6 (2014), pp. 752–768 (citado nas pgs. 4, 7, 8).
- [LIFEWIRE 2022] LIFEWIRE. *How to Obtain All HMs in Pokemon Red, Blue, and Yellow*. 2022. URL: <https://www.lifewire.com/obtain-all-hms-pokemon-3984453> (citado na pg. 8).
- [MONOFLAUTA 2022] MONOFLAUTA. *How to make a Finite State Machine in Unity using C#*. 2022. URL: <https://monoflauta.com/2022/10/09/how-to-make-a-finite-state-machine-in-unity-using-c/> (citado na pg. 16).
- [PINTO 2023] Lúcio Flávio PINTO. *A Brasiliiana dos Mindlin, 10 anos na USP*. 2023. URL: <https://lucioflaviopinto.wordpress.com/2023/03/22/a-brasiliiana-dos-mindlin-10-anos-na-usp/> (citado na pg. 13).

## REFERÊNCIAS

- [PRETTY FLY GAMES 2020] PRETTY FLY GAMES. *How to create a 2D Arcade Style Top Down Car Controller in Unity tutorial Part 1.* 2020. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=DVHcOS1E5OQ> (citado na pg. 16).
- [REDDEN 2019] Elizabeth REDDEN. *How Colleges Are Using Gamification to Engage Students.* Acesso em: 2024. 2019. URL: <https://www.highereddive.com/news/gamification-takeover-how-colleges-are-using-gamification-to-engage-students/549722/> (citado na pg. 2).
- [ROMERO 2006] Thiago ROMERO. *Tradições uspianas.* 2006. URL: <https://agencia.fapesp.br/tradicoes-uspianas/5961> (citado na pg. 13).
- [SÁNCHEZ-MENA e MARTÍ-PARREÑO 2022] Antonio SÁNCHEZ-MENA e José MARTÍ-PARREÑO. “A systematic review of gamification in educational contexts”. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education* 30 (2022), p. 100362 (citado na pg. 4).
- [SHORTY 2021] SHORTY. *How to make a Moving Platform that your Player can move with in Unity.* 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=s6chmaGuDFY> (citado na pg. 17).
- [THAPA 2022] Ravi THAPA. *Basic 2D Arcade Car Controller in Unity.* 2022. URL: <https://blog.yarsalabs.com/basic-2d-arcade-car-controller-in-unity/> (citado na pg. 16).
- [UNITY TECHNOLOGIES 2024a] UNITY TECHNOLOGIES. *2D game development.* 2024. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.1/Documentation/Manual/Unity2D.html> (citado nas pgs. 13, 17).
- [UNITY TECHNOLOGIES 2024b] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity Engine.* 2024. URL: <https://unity.com/products/unity-engine> (citado na pg. 15).
- [UNITY TECHNOLOGIES 2024c] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity User Manual (6000.1).* 2024. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.1/Documentation/Manual/> (citado nas pgs. 13, 15, 17).
- [WIKIPEDIA 2024a] WIKIPEDIA. *Biblioteca Brasiliana Guita e José Mindlin.* 2024. URL: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Biblioteca\\_Brasiliana\\_Guita\\_e\\_Jos%C3%A9\\_Mindlin](https://pt.wikipedia.org/wiki/Biblioteca_Brasiliana_Guita_e_Jos%C3%A9_Mindlin) (citado na pg. 13).
- [WIKIPEDIA 2024b] WIKIPEDIA. *Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.* 2024. URL: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto\\_de\\_Matem%C3%A1tica\\_e\\_Estat%C3%ADstica\\_da\\_Universidade\\_de\\_S%C3%A3o\\_Paulo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto_de_Matem%C3%A1tica_e_Estat%C3%ADstica_da_Universidade_de_S%C3%A3o_Paulo) (citado na pg. 12).
- [WIKIPEDIA 2024c] WIKIPEDIA. *Praça do Relógio (São Paulo).* 2024. URL: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pra%C3%A7a\\_do\\_Rel%C3%B3gio\\_\(S%C3%A3o\\_Paulo\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pra%C3%A7a_do_Rel%C3%B3gio_(S%C3%A3o_Paulo)) (citado na pg. 13).