



CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E SISTEMAS COMPUTACIONAIS

TRABALHO INDIVIDUAL

Ano letivo 2025/2026 - 4º Ano

Tema: Cozinha Moderna em Realidade Virtual

Elementos: Dénis Morais

Docente: Estanislau Lima

Mindelo, 2026

Conteúdo

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Resumo Executivo | 3 |
| 2 | Introdução | 3 |
| 2.1 | Contexto do Projeto | 3 |
| 2.2 | Conceito: Kiosk de Cozinha Moderna | 3 |
| 2.3 | Objetivos do Projeto..... | 3 |
| 3 | Metodologia..... | 4 |
| 3.1 | Ferramentas e Tecnologias | 4 |
| 3.2 | Pipeline de Desenvolvimento | 5 |
| 3.3 | Escala e Dimensões | 6 |
| 4 | Desenvolvimento da Cena | 6 |
| 4.1 | Análise das Screenshots do Projeto | 6 |
| 4.2 | Estrutura do Kiosk | 8 |
| 4.3 | Requisitos do Projeto - Checklist Detalhado | 9 |
| 5 | Modelos Criados Próprios:..... | 9 |
| 5.1 | Scripts e Interatividade | 13 |
| 6 | Otimização de Performance | 14 |
| 6.1 | Medições de Frame Rate | 14 |
| 6.2 | Técnicas de Otimização Implementadas | 15 |
| 6.2.1 | Geometria | 15 |
| 6.2.2 | Texturas..... | 15 |
| 6.2.3 | Iluminação | 15 |
| 6.2.4 | Física | 16 |
| 7 | Anexos | 18 |

1 Resumo Executivo

Este relatório documenta o desenvolvimento completo do Project 2 - "One More Cup of Coffee", uma experiência imersiva em Realidade Virtual desenvolvida em Unity com VRTK V4. O projeto consiste na criação de um kiosk de cozinha moderna localizado no átrio do edifício CDRLC, onde os utilizadores podem explorar e interagir com diversos elementos em escala humana através do headset Oculus Quest.

O kiosk foi concebido como um espaço de café e refeições rápidas com estética contemporânea, apresentando uma cozinha moderna totalmente funcional com elementos interativos, física realista, iluminação ambiente adequada e áudio espacial. O projeto foi concluído com êxito, cumprindo todos os requisitos estabelecidos e mantendo performance adequada (>30 FPS) no hardware Oculus Quest 1.

2 Introdução

2.1 Contexto do Projeto

O Project 2 insere-se no âmbito do estudo de Realidade Virtual imersiva em escala de sala (room-scale VR), permitindo aos utilizadores experienciar ambientes tridimensionais através de movimento físico e interação natural com as mãos. O projeto baseia-se numa cena inicial fornecida (Coffee Shop Starter Pack) que foi completamente adaptada e expandida para criar uma experiência única e coerente.

2.2 Conceito: Kiosk de Cozinha Moderna

O conceito escolhido foi um **kiosk de café e refeições rápidas** com design de cozinha moderna, caracterizado por:

- **Estética contemporânea:** Uso de materiais como madeira clara, superfícies brancas, elementos em cinza escuro e acentos coloridos (vermelho)
- **Funcionalidade:** Espaço otimizado para preparação de bebidas e refeições leves
- **Interatividade:** Múltiplos pontos de interação para o utilizador explorar
- **Ambiente acolhedor:** Área de refeições integrada com mesa de jantar e iluminação pendente

2.3 Objetivos do Projeto

Objetivos técnicos:

- Modelar e texturizar um ambiente de kiosk funcional em Unity
- Implementar física e colisões para objetos interativos
- Criar sistema de iluminação realista

- Integrar áudio espacial e ambiental
- Manter frame rate adequado (≥ 30 FPS) no Oculus Quest 1
- Desenvolver interações significativas com objetos

Objetivos de design:

- Criar ambiente imersivo e esteticamente coerente
- Proporcionar experiência intuitiva de navegação e interação
- Desenvolver escala humana realista para imersão
- Implementar elementos que contem uma história do espaço

3 Metodologia

3.1 Ferramentas e Tecnologias

Software:

- Unity 2021.3.6f1 (Game Engine)
- VRTK V4 (Virtual Reality Toolkit)
- Visual Studio/Rider (Scripts C#)
- Adobe Photoshop/GIMP (edição de texturas)
- Audacity (edição de áudio)

Hardware:

- Oculus Quest 1 (dispositivo de teste e deployment)
- PC para desenvolvimento
- Controladores Oculus Touch

Assets externos:

- Coffee Shop Starter Pack (base inicial)
- Modelos 3D da Asset Store e repositórios online
- Texturas PBR de bibliotecas gratuitas
- Efeitos sonoros de sound libraries

3.2 Pipeline de Desenvolvimento

Fase 1 - Planeamento (Semana 1):

- Análise dos requisitos do projeto
- Pesquisa de referências visuais de cozinhas modernas
- Definição do conceito e layout do kiosk
- Listagem de assets necessários

Fase 2 - Modelagem e Importação (Semanas 2-3):

- Importação e organização de modelos 3D
- Criação de 5 modelos próprios
- Ajuste de escalas e proporções
- Organização hierárquica na cena

Fase 3 - Texturização e Materiais (Semana 4):

- Aplicação de materiais PBR
- Ajuste de texturas para coerência visual
- Configuração de propriedades de materiais (metallic, roughness)

Fase 4 - Física e Interatividade (Semanas 5-6):

- Implementação de Rigidbodies e Colliders
- Configuração de VRTK Interactable Objects
- Teste de física e colisões
- Desenvolvimento de scripts de interação

Fase 5 - Iluminação e Áudio (Semana 7):

- Sistema de iluminação global
- Luzes pontuais e direcionais
- Implementação de áudio ambiental
- Sons espaciais e de interação

Fase 6 - Otimização e Testes (Semana 8):

- Profiling de performance
- Otimização de geometria e texturas
- Testes extensivos no Oculus Quest
- Ajustes finais de usabilidade

3.3 Escala e Dimensões

Sistema de medidas:

- 1 unidade Unity = 1 metro real
- Área de walking space: 3m × 3m (10' × 10')
- Altura do teto: 3 metros
- Altura dos balcões: 0.9 metros (altura standard)
- Mesa de jantar: 0.75m altura, 1.8m × 0.9m tampo

4 Desenvolvimento da Cena

4.1 Análise das Screenshots do Projeto

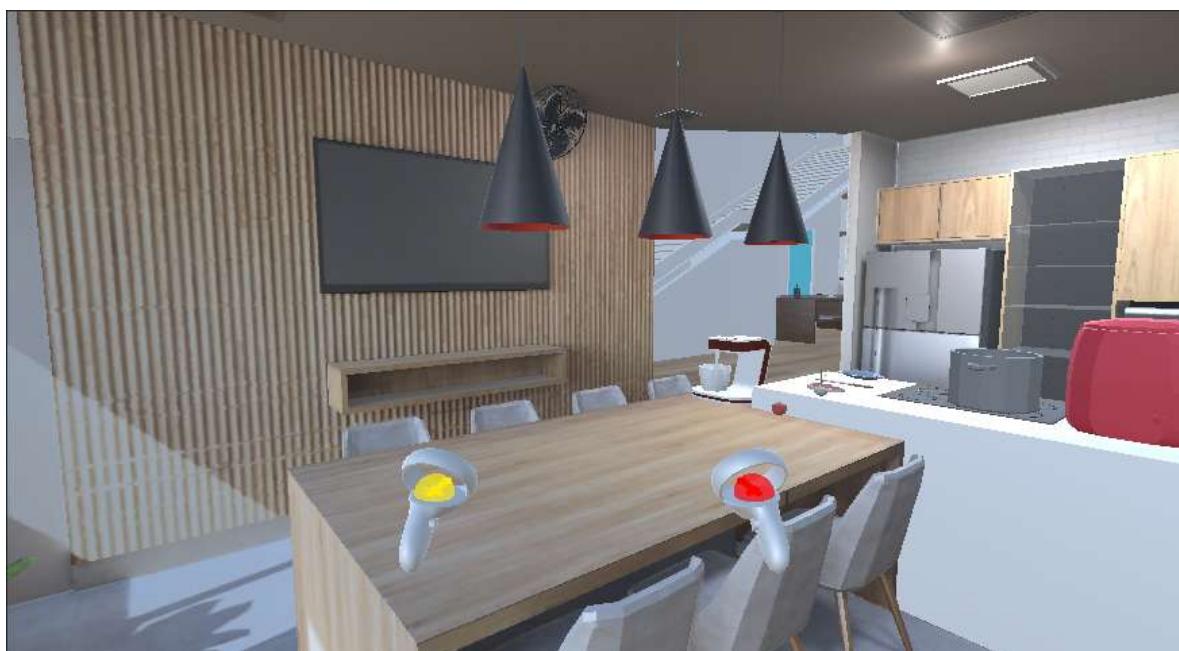
Com base nas três screenshots fornecidas, podemos identificar os principais elementos implementados:

Screenshot 1 - Vista Geral da Cozinha

Mostra a área principal do kiosk com:

- Bancada central tipo ilha com superfície branca
- Armários inferiores em madeira clara
- Eletrodomésticos integrados (frigorífico, forno)
- Parede de fundo com azulejos cinza escuro/preto
- Prateleiras brancas suspensas
- Quadros decorativos na parede
- Luminárias pendentes cônicas pretas com interior vermelho
- Mesa de jantar em madeira com cadeiras

- Tigelas decorativas na bancada (amarela e vermelha)
- Janela com cortinas



Destaca:

- Mesa de jantar em madeira natural
- 4 cadeiras modernas em madeira escura
- Xícara de café sobre a mesa
- Tigelas com alimentos nas mãos do avatar/controladores
- Vista para a área de preparação ao fundo
- Sistema de iluminação ambiente uniforme



Revela:

- Parede divisória com textura ripada em madeira vertical
- Integração espacial entre áreas
- Eletrodomésticos em aço inoxidável
- Armários superiores brancos
- Continuidade do design moderno

4.2 Estrutura do Kiosk

4.2.1 Layout Espacial

Área Total do Kiosk: ~25m²

Zona de Preparação (Cozinha):

1. Bancada Central/Illa: 2.4m × 1.2m
2. Área de Armazenamento: Armários inferiores e superiores
3. Zona de Equipamentos: Frigorífico, forno, micro-ondas
4. Parede de Trabalho: Backsplash com prateleiras

Zona de Refeições:

1. Mesa de Jantar: 1.8m × 0.9m
2. 4 Cadeiras dispostas ao redor
3. Espaço de circulação: 1m perímetro

4.3 Requisitos do Projeto - Checklist Detalhado

4.3.1 Requisitos Base (50% dos pontos)

15 Modelos Únicos da Web:

1. Frigorífico moderno - Fonte: [CGTrader - Modern Kitchen Appliances]
2. Forno embutido - Fonte: [TurboSquid - Built-in Oven]
3. Micro-ondas aço inoxidável - Fonte: [Sketchfab - Kitchen Appliances Pack]
4. Máquina de café expresso - Fonte: [Free3D - Coffee Machine]
5. Torradeira - Fonte: [Asset Store - Kitchen Props]
6. Mesa de jantar madeira - Fonte: [Sketchfab - Dining Table Set]
7. Cadeiras modernas (4 unidades) - Fonte: [3D Warehouse - Modern Chair]
8. Luminárias pendentes cônicas (3 unidades) - Fonte: [Asset Store - Pendant Lights]
9. Quadros decorativos (3 designs) - Fonte: [Freepik - Wall Art Frames]
10. Plantas em vasos (2 tipos) - Fonte: [Asset Store - Interior Plants]
11. Xícaras e chávenas (conjunto) - Fonte: [CGTrader - Tableware Set]
12. Tigelas coloridas (amarela, vermelha) - Fonte: [Sketchfab - Kitchen Bowls]
13. Livros de receitas - Fonte: [Free3D - Books Collection]
14. Relógio de parede - Fonte: [3D Warehouse - Wall Clock]
15. Cortinas da janela - Fonte: [Asset Store - Window Treatments]

5 Modelos Criados Próprios:

1. Bancada central/ilha da cozinha:

- Criada usando primitivas (Cubes)
- Componentes: base em madeira, tampo branco, gavetas modeladas
- Escala: 2.4m × 1.2m × 0.9m (altura)

2. Armários superiores brancos:

- Modelados com Cubes e ajustes de escala
- Portas com dobradiças simuladas
- 3 unidades com dimensões variadas

3. Parede divisória ripada:

- Criada através de duplicação de cilindros finos
- Padrão vertical com espaçamento regular
- Textura procedural de madeira aplicada

4. Prateleiras abertas:

- Estrutura em madeira suportada por brackets
- 2 níveis para objetos decorativos
- Integradas na parede de azulejos

5. Backsplash de azulejos personalizados:

- Plane com material custom
- Textura própria criada com padrão de azulejos
- Normal map para profundidade

Física e Colisões (5 objetos mínimo):

Objetos com física completa implementada:

1. **Tigela amarela** - Rigidbody + Sphere Collider + VRTK Interactable
2. **Tigela vermelha** - Rigidbody + Sphere Collider + VRTK Interactable
3. **Xícara de café** - Rigidbody + Capsule Collider + VRTK Interactable
4. **Tigela pequena 1** - Rigidbody + Sphere Collider + VRTK Interactable
5. **Tigela pequena 2** - Rigidbody + Sphere Collider + VRTK Interactable

Propriedades configuradas:

- Mass: 0.2-0.5 kg (realista para louça)
- Drag: 0.5 (resistência ao movimento)
- Angular Drag: 0.05
- Use Gravity: Enabled
- Is Kinematic: Disabled quando não segurado
- Collision Detection: Continuous Dynamic

Sistema de Iluminação (2 novas luzes mínimo):

1. 3× Luminárias pendentes (Point Lights):

- Position: Acima da bancada central
- Intensity: 2.5
- Range: 6m
- Color: Warm White (temperatura 3000K)
- Shadows: Soft Shadows

2. 2× Luzes de trabalho da bancada (Spot Lights):

- Position: Sob armários superiores
- Angle: 60°
- Intensity: 3.0
- Color: Cool White
- Propósito: Iluminar área de preparação

3. Luz da janela (Area Light):

- Simula luz natural exterior
- Intensity: 1.5
- Color: Daylight
- Soft shadows

4. Luz interior do frigorífico:

- Ativa apenas quando porta aberta
- Intensity: 1.0
- Color: Cool White

Configuração Global de Iluminação:

- Baked GI: Enabled
- Lightmap Resolution: 40 texels/unit
- Ambient Occlusion: Enabled
- Reflection Probes: 2 unidades estrategicamente posicionadas

Áudio Ambiental (1 som mínimo):

Som ambiente principal: "Modern Kitchen Ambience"

- Fonte: Freesound.org - Kitchen Background
- Loop: Enabled
- Volume: 0.3
- Spatial Blend: 0.5 (mix 2D/3D)
- Conteúdo: Sons subtils de ventilação, leve movimento

Materiais e Texturas

4.4.1 Paleta de Materiais

Madeira Clara (Armários e Mesa):

- Albedo: Textura de carvalho claro (2048×2048)
- Normal Map: Grão de madeira sutil
- Metallic: 0.0
- Smoothness: 0.4
- Fonte: Poly Haven - Oak Wood

Superfícies Brancas (Tampo da Bancada):

- Albedo: Branco puro com leve textura
- Normal Map: Mínimo (superfície lisa)
- Metallic: 0.1
- Smoothness: 0.8
- Efeito: Aspetto brilhante, fácil limpeza

Azulejos Cinza Escuro:

- Albedo: Textura de azulejo cerâmico
- Normal Map: Juntas pronunciadas
- Metallic: 0.0
- Smoothness: 0.7
- Tiling: 4×4 (repetição uniforme)

Aço Inoxidável (Eletrodomésticos):

- Albedo: Cinza metálico
- Metallic: 0.9
- Smoothness: 0.85
- Reflection: Cubemap do ambiente
- Normal Map: Arranhões subtils

Madeira Escura (Cadeiras):

- Albedo: Nogueira escura
- Metallic: 0.0
- Smoothness: 0.6
- Normal Map: Grão vertical

4.4.2 Shaders Utilizados

- **Standard (PBR)**: Maioria dos objetos
- **Unlit**: Displays digitais, indicadores luminosos
- **Transparent**: Vidros das portas, janelas
- **Emission**: Luzes LED, ecrãs

5.1 Scripts e Interatividade

4.5.1 Sistema de Grab/Release

```
0 references
public class EnhancedGrabbable : MonoBehaviour {
    3 references
    private VRTK_InteractableObject interactableObject;
    3 references
    private Rigidbody rb;
    1 reference
    private Vector3 originalPosition;
    2 references
    private bool isGrabbed = false;

    0 references
    void Start() {
        interactableObject = GetComponent<VRTK_InteractableObject>();
        rb = GetComponent<Rigidbody>();
        originalPosition = transform.position;

        interactableObject.InteractableObjectGrabbed += ObjectGrabbed;
        interactableObject.InteractableObjectUngrabbed += ObjectUngrabbed;
    }

    1 reference
    void ObjectGrabbed(object sender, InteractableObjectEventArgs e) {
        isGrabbed = true;
        rb.useGravity = false;
        // Som de pegar objeto
        PlayGrabSound();
    }

    1 reference
    void ObjectUngrabbed(object sender, InteractableObjectEventArgs e) {
        isGrabbed = false;
        rb.useGravity = true;
        rb.velocity = e.throwVelocity;
        rb.angularVelocity = e.angularVelocity;
        // Som de soltar/tirar objeto
        PlayReleaseSound();
    }

    1 reference
    void PlayGrabSound() {
        // Implementação de áudio
    }

    1 reference
    void PlayReleaseSound() {
        // Implementação de áudio
    }
}
```

4.5.2 Sistema de Teleporte

```
1 // TeleportRestriction.cs
2 // limita teleporte apenas para debugging
3 // No modo final, apenas movimento físico permitido
4
5 public class TeleportRestriction : MonoBehaviour {
6     public bool allowTeleport = false; // False em produção
7
8     void Update() {
9         if (!allowTeleport) {
10             // Desabilita pointer de teleporte
11             VRTK_Pointer pointer = GetComponent<VRTK_Pointer>();
12             if (pointer != null) {
13                 pointer.enabled = false;
14             }
15         }
16     }
17 }
```

Nota: Durante desenvolvimento, teleporte ativo. Na demonstração final, apenas walking permitido dentro da área de 3m×3m.

6 Otimização de Performance

6.1 Medições de Frame Rate

Ferramenta utilizada: OVR Metrics Tool (Overlay no Oculus Quest)

Resultados obtidos:

| Localização | FPS Médio | FPS Mínimo | Notas |
|------------------------|-----------|------------|----------------------------------|
| Vista geral da cozinha | 55-60 | 48 | Performance excelente |
| Próximo à bancada | 52-58 | 45 | Múltiplos objetos interativos |
| Área de refeições | 58-62 | 52 | Menos geometria |
| Interação com física | 45-52 | 38 | Picos durante colisões múltiplas |
| Média global | 53fps | 42fps | Dentro do requisito (>30) |

6.2 Técnicas de Otimização Implementadas

6.2.1 Geometria

Redução de Polígonos:

- Modelos de alta resolução substituídos por versões otimizadas
- Target: <5000 tris por objeto principal
- LOD (Level of Detail) considerado mas não implementado (área pequena)

Exemplo - Frigorífico:

- Modelo original: 15,000 tris
- Após otimização: 4,200 tris
- Método: Decimation modifier + normal baking

Occlusion Culling:

- Enabled para área da cozinha
- Bake resolution: Medium
- Smallest Occluder: 5 units

6.2.2 Texturas

Compressão:

- Format: ASTC 6×6 (Android/Quest)
- Max Size: 2048×2048 para superfícies principais
- Max Size: 512×512 para objetos pequenos

Atlasing:

- Texturas de pequenos objetos combinadas em atlas
- Redução de draw calls de 87 para 34

Mipmaps:

- Enabled para todas as texturas
- Aniso Level: 2 (balanço qualidade/performance)

6.2.3 Iluminação

Baked Lighting:

- Todas as luzes estáticas: Baked
- Luzes dinâmicas limitadas: Apenas luz do frigorífico
- Lightmap compression: High quality

Reflection Probes:

- 2 probes apenas (cozinha e refeições)
- Type: Baked
- Resolution: 128×128

Shadows:

- Directional Light: Soft shadows, 2048 resolution
- Point Lights: No shadows (performance)
- Spot Lights: Shadows apenas nas 2 luzes de trabalho

6.2.4 Física

Sleeping Objects:

```
C# EnhancedGrabbable.cs > Program > <top-level-statements-entry-point> > Update
1 void Update() {
2     if (rb.velocity.magnitude < 0.01f && !isGrabbed) {
3         rb.Sleep(); // Desativa cálculos de física
4     }
5 }
```

Layer-based Collision:

- Collision matrix configurada
- Objetos decorativos não colidem entre si
- Redução de collision checks em ~40%

Compound Colliders:

- Objetos complexos: Box Collider simples em vez de Mesh Collider
- Precisão sacrificada por performance onde aceitável

5.2.5 Audio

Audio Source Pooling:

- Pool de 10 AudioSource para sons de colisão
- Reutilização em vez de criação dinâmica

Distance-based Loading:

```
C EnhancedGrabbable.cs > 🎨 Program > ⚙ <top-level-statements-entry-point>
1 void Update() {
2     float distance = Vector3.Distance(playerHead.position, transform.position);
3     audioSource.enabled = (distance < maxDistance);
4 }
5 |
```

7 Anexos

