



VisitVR - Gerador de ambientes virtuais para imersão e interação nos locais de visitaçãõ de Salvador

Trabalho de Conclusão de Curso

Leonardo Reis Amorim dos Santos

Antonio Carlos Souza

Instituto Federal da Bahia – IFBA
Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Campus Salvador

Salvador, Bahia, Brasil
Agosto 2022

SUMÁRIO

1. Visão Geral
 - 1.1 Declaração do Problema
 - 1.2 Proposta de Solução de Software
 - 1.3 Tecnologias Adotadas
 - 1.3.1 Blender
 - 1.3.2 Unity
 - 1.3.3 Google Cardboard SDK
 - 1.3.4 .NET MAUI
 - 1.3.5 .NET
 - 1.3.6 Entity Framework
 - 1.3.7 SQL Server
 - 1.3.8 Visual Studio
 - 1.3.9 HTML5
 - 1.3.10 CSS3
 - 1.3.11 JavaScript
 - 1.3.12 VSCode
 - 1.3.13 Docker
 - 1.3.14 Git
 - 1.4 Trabalhos Relacionados
 - 1.4.1 Visita Virtual do Museu de Arte Moderna da Bahia - MAM
 - 1.4.2 MAM Rio 3D
 - 1.4.3 Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D
 - 1.4.4 Vida artificial em ambientes virtuais: uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida
 - 1.4.5 Ambiente virtual com realidade virtual interativa no auxílio de ensino de engenharia de reatores
 2. Requisitos
 - 2.1 Requisitos Funcionais
 - 2.2 Requisitos Não-Funcionais
 3. Design
 - 3.1 Projeto UML
 - 3.1.1 Diagrama de Classe
 - 3.1.2 Diagrama de Casos de Uso
 - 3.2 Visão Arquitetural
 - 3.3 Modelo de Banco de Dados
 5. Implantação
 - 5.1 Projeto de Implantação
 6. Manual do Usuário
 - 6.1 Manual para o uso do sistema
 - 6.2 Manual para o uso do App Mobile
- Agradecimentos
- Referências

1. Visão Geral

1.1 Declaração do Problema

O presente trabalho tem como objetivo explorar a criação e geração de experiências imersivas em locais de visitação em Salvador, como museus, espaços culturais e/ou locais específicos de uma faculdade, utilizando tecnologia de realidade virtual. Nos últimos anos, a tecnologia tem se mostrado um fator essencial para a modernização e inovação no setor cultural. Museus e outros espaços ao redor do mundo têm adotado soluções digitais, não apenas para preservar seu acervo, mas também para oferecer experiências interativas e imersivas que transformam-se em uma jornada rica de conhecimento e engajamento. Contudo, em Salvador muitos desses espaços ainda não incorporaram plenamente inovações tecnológicas, a ausência de tecnologias avançadas não apenas limita o alcance cultural, mas também reduz as oportunidades de atração de um público mais amplo e diversificado, que busca vivências interativas e imersivas. A implementação de soluções digitais em museus brasileiros é uma tendência crescente, mas ainda enfrenta desafios relacionados à infraestrutura e ao custo de adoção.

A falta de inovação tecnológica nos museus de Salvador destaca-se como um problema crítico. Apesar da cidade ser rica em história e cultura, a maioria desses espaços ainda se baseia em modelos tradicionais de exibição e interação com o público, o que contrasta com iniciativas globais que já utilizam tecnologias como a realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA) e inteligência artificial (IA). Essas tecnologias são fundamentais para promover o engajamento do público e democratizar o acesso ao conhecimento cultural. A realidade virtual, por exemplo, é uma ferramenta poderosa para aumentar a percepção do público sobre o acervo e o espaço, permitindo uma interação mais próxima e alcançável com a história e a cultura.

Diante desse cenário, surge uma problemática: a realidade virtual pode ser uma solução viável para enfrentar a falta de inovação tecnológica nos locais de visitação de Salvador, oferecendo novas maneiras de interagir com o patrimônio cultural e histórico da cidade?

Essa proposta visa utilizar a realidade virtual como uma ferramenta de inovação para proporcionar experiências imersivas em locais de visitação, ampliando a capacidade dos museus e outros espaços culturais de atrair e engajar o público por meio de novas tecnologias.

1.2 Proposta de Solução de Software

O objetivo da solução é desenvolver um gerador de ambientes virtuais capaz de proporcionar experiências imersivas em locais de visitação de Salvador, um aplicativo capaz de recuperar esses ambientes e transmitir para o usuário, uma API e um sistema responsável por carregar o arquivo dos ambientes virtuais e suas informações. Os ambientes gerados para validação foram o MAC Bahia (Museu de Arte Contemporânea da Bahia) e o bloco E do IFBA - Instituto Federal da Bahia. O aplicativo e o sistema terão como nome VisitVR.

O aplicativo VisitVR tem a responsabilidade de gerar o ambiente virtual a partir da recuperação dos arquivos dos ambientes virtuais e suas informações e apresentar ao usuário, já o sistema VisitVR tem a responsabilidade de ser um mediador entre a pessoa desenvolvedora do ambiente virtual e o usuário final, ou seja, será no sistema que a pessoa desenvolvedora do ambiente virtual irá realizar o upload dos arquivos dos ambientes virtuais e cadastrar suas informações, como, qual a cidade que o ambiente está, e qual é o lugar de fato. E a API fazendo o papel mediador entre o sistema e o aplicativo.

1.3 Tecnologias Adotadas

1.3.1 Blender

Para realizar a modelagem e texturas do ambiente e dos objetos inseridos no ambiente, escolhemos o Blender. O Blender Foundation é um software de modelagem gráfica gratuito e de código aberto (Open source) e foi fundado em 2002, além de ser multiplataforma e ter a sua interface composta por OpenGL. Ele tem suporte a modelagem, rigging, animação, simulação, renderização, composição, rastreamento de movimento, edição de vídeo e até mesmo criação de jogos, porém, para este trabalho, está sendo restringido apenas para o uso da modelagem e texturas

1.3.2 Unity

Para a criação da interatividade e imersividade do ambiente utilizando realidade virtual, foi escolhido o software Unity. A Unity Technologies foi fundada em 2004 por David Helgason, Joachim Ante e Nicholas Francis. A visão inicial era criar um motor de jogo fácil de usar que fosse alcançável a desenvolvedores de todas as origens, desde amadores até profissionais. Atualmente, a Unity é reconhecida como uma das principais empresas de desenvolvimento de jogos e animação. Esse software conta com diversas funcionalidades para todos os tipos de jogos, 2D, 3D, realidade virtual, realidade aumentada e com o desenvolvimento de scripts criados na linguagem de programação C#. Para este trabalho, foi escolhido o plano de assinatura Personal, na qual este plano é para pessoas e pequenas organizações com menos de US\$100 mil de receita e fundos arrecadados nos últimos 12 meses, além de ser focado para o desenvolvimento de jogos de realidade virtual para o Android.

1.3.3 Google Cardboard SDK

Em conjunto com o software Unity, para realizar jogos ou experiências imersivas de realidade virtual foi necessário utilizar o Google Cardboard SDK. O Google Cardboard SDK é código aberto e permite que seja criado experiências imersivas de realidade virtual multiplataforma para Android e iOS. Ela conta com recursos essenciais de realidade virtual, como rastreamento de movimento, renderização estereoscópica e interação do usuário. Neste trabalho, foi usado o Android, utilizando a orientação Landscape Left, com a API gráfica do celular OpenGL ES 3 e com a API do Android 33(Android 13).

1.3.4 .NET MAUI

Para realizar o aplicativo, foi utilizado o .NET MAUI. O .NET MAUI é uma estrutura multiplataforma para criar aplicativos móveis e de área de trabalho nativos com C# e XAML, nele pode-se desenvolver aplicativos que podem ser executados no Android, iOS, macOS e Windows de uma única base de código compartilhada. O .NET MAUI é de código aberto e é a evolução do Xamarin.Forms, também é possível adicionar código-fonte e recursos específicos da plataforma, se necessário. Um dos principais objetivos do .NET MAUI é permitir que seja implementado o máximo possível da lógica do aplicativo e do layout da interface do usuário em uma única base de código. O .NET MAUI funciona da seguinte maneira, ele unifica as APIs do Android, iOS, macOS e Windows em uma única API que permite uma experiência de desenvolvedor de gravação única e execução em qualquer lugar, além de fornecer ingresso a todos os aspectos de cada plataforma nativa. Em um aplicativo .NET MAUI, escreve-se código que interage principalmente com a API do .NET MAUI, em seguida, o .NET MAUI consome diretamente as APIs da plataforma nativa. Para este projeto foi utilizado o Android e para a compilação os aplicativos Android criados usando o .NET MAUI são compilados a partir do C# em uma linguagem intermediária (IL) que é então just-in-time (JIT) compilada em um assembly nativo quando o aplicativo é iniciado.

1.3.5 .NET

Para realizar o desenvolvimento da API, foi feito na linguagem C# com .NET. O .NET é uma plataforma de aplicativos segura, confiável e de alto desempenho, é fortemente tipado e tem simultaneidade integrada e gerenciamento automático de memória. Já o C# é uma linguagem de programação moderna, segura e orientada a objeto que abrange desde recursos de alto nível, como registros orientados a dados até recursos de baixo nível, como ponteiros de função. Para além disso,

o .NET inclui um conjunto padrão de bibliotecas e APIs, desde coleções, até rede e aprendizado de máquina, o NuGet é o gerenciador de pacotes para .NET e contém mais de 300.000 pacotes, além de ser de código aberto (open source)

1.3.6 Entity Framework

Para realizar o mapeamento objeto relacional, ORMs (Object-Relational Mappers), na API, foi feito com o Entity Framework. O Entity permite que seja realizado um mapeamento dos elementos de nossa base de dados para os elementos de nossa aplicação orientada a objetos, possuindo três linhas principais de utilização: Database First, Model First e Code First. Para esta aplicação, foi utilizado o Code First integrado com a biblioteca Migration. O Entity é um dos mais populares frameworks do mundo .NET, e é um dos melhores, pois com ele é capaz de realizar a persistência e recuperação dos dados de forma simples, prática e rápida. Para a abordagem Code First, descreve-se as classes de entidade antes de criar a base de dados, deixando assim que o EF crie a base de dados.

1.3.7 SQL Server

Para realizar o banco de dados, foi feito com o SGBD SQL Server, o SQL Server foi desenvolvido pela Sybase em parceria com a Microsoft, é mantido pela Microsoft há anos, é um dos principais SGBDs relacionais do mercado.

1.3.8 Visual Studio

A IDE escolhida para realizar a API foi o Visual Studio. O Microsoft Visual Studio é uma IDE para desenvolvedores .NET e C++ no Windows, é uma plataforma que pode ser usada para editar, depurar e criar código e, em seguida, publicar um aplicativo. Além do editor e depurador padrão fornecidos pela maioria dos IDEs, o Visual Studio inclui compiladores, ferramentas de conclusão de código, designers gráficos e muitos outros recursos para aprimorar o processo de desenvolvimento de software. O Visual Studio inclui suporte nativo para programação de dados com o Microsoft SQL Server. Pode ser usado para escrever e depurar código para ser executado pelo SQL CLR. Também inclui um designer de dados que pode ser usado para criar, visualizar ou editar graficamente esquemas de bancos de dados. As consultas podem ser criadas visualmente ou usando código.

1.3.9 HTML

Para realizar a estrutura de marcação do sistema foi feito com HTML. O HTML (Linguagem de Marcação de HiperTexto) é o bloco de construção mais básico da web. Define o significado e a estrutura do conteúdo da web. O HTML usa "Marcação" para anotar texto, imagem e outros conteúdos para exibição em um navegador da Web.

1.3.10 CSS

Para realizar a estilização do sistema foi feito com CSS. O CSS (Cascading Style Sheets ou Folhas de Estilo em Cascata) é uma linguagem de estilo usada para descrever a apresentação de um documento escrito em HTML. O CSS descreve como elementos são mostrados na tela, no papel, na fala ou em outras mídias. O CSS é uma das principais linguagens da open web e é padronizada em navegadores web de acordo com as especificações da W3C. Desenvolvido em níveis, o CSS1 está atualmente obsoleto, o CSS2.1 é uma recomendação e o CSS3, agora dividido em pequenos módulos, está progredindo para a sua padronização.

1.3.11 JavaScript

Para realizar a manipulação do sistema foi feito com JavaScript. O JavaScript é uma linguagem leve, interpretada e baseada em objetos com funções de primeira classe, mais conhecida como a

linguagem de script para páginas Web, mas usada também em vários outros ambientes sem browser, tais como node.js, Apache CouchDB e Adobe Acrobat. O JavaScript é uma linguagem baseada em protótipos, multi-paradigma e dinâmica, suportando estilos de orientação a objetos, imperativos e declarativos, como por exemplo a programação funcional. O padrão JavaScript é ECMAScript. Desde 2012, todos os navegadores modernos possuem suporte total ao ECMAScript 5.1. Navegadores mais antigos suportam pelo menos ECMAScript 3. Em 17 de Junho de 2015, a ECMA International publicou a sexta versão do ECMAScript, que é oficialmente chamado de ECMAScript 2015, e foi inicialmente conhecido como ECMAScript 6 ou ES6. Desde então, as especificações do ECMAScript são lançadas anualmente.

1.3.12 VSCode

O editor de texto escolhido para realizar o desenvolvimento do sistema foi o VSCode. O VSCode é um programa desenvolvido pela Microsoft e que desde 2018 se mostrou o editor de código mais utilizado pelos desenvolvedores de software. O VSCode permite não só a escrita de códigos, como também a sua execução, depuração e leitura. A escrita é extremamente facilitada com funcionalidades conhecidas como autocompletar em que são exibidas sugestões de código que respeitam o contexto do programa. A leitura do que está sendo exibido na tela é facilitada pelo uso dos destaques de sintaxe (syntax highlight) que palavras são coloridas de acordo com a funcionalidade empregada no contexto da linguagem. A depuração permite o controle do ponto de execução e suspensão do programa, além da exibição dos valores das variáveis presentes em cada escopo.

1.3.13 Docker

Para realizar a implantação e deploy da API, foi feito com Docker. O Docker é um software de código aberto usado para implantar aplicativos dentro de containers virtuais. A containerização permite que vários aplicativos funcionem em diferentes ambientes complexos. Um container Docker é um pacote de software com todas as dependências necessárias para executar um aplicativo específico. Todas as configurações e instruções para iniciar ou parar containers são ditadas pela imagem do Docker. Sempre que um usuário executa uma imagem, um novo container é criado. Usar containers do Docker poupa aos usuários o incômodo de solucionar possíveis problemas de compatibilidade entre sistemas. Isso porque, com o Docker, um software é executado da mesma forma em todos os ambientes;

1.3.14 Git

Para realizar o versionamento do código da API, aplicativo e do sistema foi utilizado o Git com a plataforma GitHub. O Git é um sistema de controle de versão de arquivos. É um software livre e muito utilizado no desenvolvimento de software onde diversas pessoas estão contribuindo simultaneamente, podendo criar e editar arquivos. O GitHub é uma plataforma onde você pode armazenar seus projetos. É como se fosse uma rede social, só que de códigos, onde seus desenvolvedores podem disponibilizá-los para outras pessoas verem.

1.4 Trabalhos Relacionados

Algumas soluções similares a que está sendo proposta já estão disponíveis no mercado, mas cada uma delas possui pelo menos um limitador, de forma que não foi possível encontrar nenhuma que atendesse todos os requisitos e funcionalidades abaixo que são oferecidas pela presente solução:

- Recriar ambientes reais para ambientes virtuais em RV (Realidade Virtual);
- Realizar interações com o ambiente virtual em RV (Realidade Virtual);

- Criar imersividade com o ambiente virtual sendo capaz de se locomover no ambiente virtual em RV(Realidade Virtual);
- Escolha qual ambiente virtual em RV (Realidade Virtual) deseja estar imerso.

1.4.1 Visita Virtual do Museu de Arte Moderna da Bahia - MAM

[\[http://virtual.mam.ba.gov.br/utopias_distopias/\]](http://virtual.mam.ba.gov.br/utopias_distopias/)

[\[http://virtual.mam.ba.gov.br/encruzilhada/\]](http://virtual.mam.ba.gov.br/encruzilhada/)

[\[http://virtual.mam.ba.gov.br/dona_lina/\]](http://virtual.mam.ba.gov.br/dona_lina/)

Sites responsáveis por mostrar o MAM - Museu de Arte Moderna da Bahia e suas respectivas galerias de forma virtual por meio de imagens 360°, a tecnologia de imagens 360° é composta por fotografias panorâmicas de 360 graus, reproduzindo campo visão completo. Os sites com as respectivas galerias atendem aos pedidos do público e turistas que não conseguiram visitar todas as exposições do MAM. O acesso acontece através do site do MAM - Museu de Arte Moderna da Bahia, onde é possível acessar as galerias de obras de artistas de três exposições: 'O Museu de Dona Lina' (2021/2022), 'Encruzilhada' (2022) e 'Utopias e Distopias' (2022/2023). Além das imagens de obras de arte, os usuários têm acesso a uma minibiografia de cada artista.

Infelizmente, ele não possui todas as funcionalidades citadas acima. O que ele oferece é uma visualização virtual 360° do MAM e possibilidade de se locomover de forma fixa pelo MAM - Museu de Arte Moderna da Bahia.

1.4.2 MAM Rio 3D

[\[https://mam.rio/3d/\]](https://mam.rio/3d/)

O MAM Rio - Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro é uma instituição referência para a arte e para a cultura do país. Fundado em 1948, possui uma das mais relevantes coleções de arte moderna e contemporânea da América Latina, com mais de 16 mil obras. Sua atuação se dá sobre o tripé arte-educação-cultura. O site MAM Rio 3D é um tour virtual pela arquitetura, os objetos e a história do museu. É possível conhecer as exposições apresentadas em 2021 por meio de um passeio 3D visualizável em computadores, tablets ou aparelhos de celular Android e iOS.. As exposições disponíveis são "35 Revoluções: Irmãos Campana", "Realce", "COSMOCOCA – programa in progress: núcleo poético dos Quasi-Cinema", "Bandeira Brasileira" e "Hélio Oiticica: a dança na minha experiência".

O site MAM Rio 3D segue com as mesmas funcionalidades dos sites de Visita Virtual do Museu de Arte Moderna da Bahia - MAM, porém com a funcionalidade a mais de escolher qual galeria de arte deseja ver e realizar interações com as obras, porém não possui todas as funcionalidades citadas acima.

1.4.3 Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D

[\[https://repositorio.ufba.br/handle/ri/36049\]](https://repositorio.ufba.br/handle/ri/36049)

Este é um trabalho de dissertação de uma aluna da UFBA onde apresenta um estudo sobre uso, aplicações e etapas de criação de Ambientes Virtuais Interativos tridimensionais (AVI 3D), relacionados à Realidade Virtual (RV), como foco no processo de geração dos modelos geométricos para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico. Ou seja, no trabalho de dissertação o foco é gerar um ambiente virtual a partir de um patrimônio arquitetônico e desenvolver como foi o passo a

passo dessa geração do ambiente, desde as modelagens e texturas, até a geração do ambiente virtual. Este trabalho de dissertação apresenta uma semelhança com o trabalho presente, porém, para o desenvolvimento do trabalho da dissertação, foi necessário muitos recursos que o presente trabalho não utiliza, como o uso de drones, renderização automática da modelagem e texturas, além de gerar o ambiente externo do patrimônio, não interno e além de não ter interatividade sobre os ambientes.

1.4.4 Vida artificial em ambientes virtuais: uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida

[https://www.lsi.usp.br/~artlife/publications/university/2003.09_RPON_DissertacaoMestrado-FV.pdf]

Este é um trabalho de dissertação realizado por um aluno da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Este trabalho de dissertação tem como objetivo a aplicação de tecnologias de realidade virtual na visualização de experimentos em vida artificial, onde descreve os estudos do conceito de vida artificial e criação do projeto A.L.I.V.E. (Artificial Life in Virtual Environments). As vantagens deste trabalho de dissertação foram o uso de tecnologias de imersão total em ambientes virtuais e aplicação da Realidade Virtual para a visualização de experimentos científicos. As desvantagens foram para realizar interações com o ambiente virtual em RV e não ter escolha de outros tipos de ambientes virtuais, ficando com o mesmo ambiente virtual, mudando somente os estudos de caso.

1.4.5 Ambiente virtual com realidade virtual interativa no auxílio de ensino de engenharia de reatores

[<https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundietg/article/view/1616>]

Este é um trabalho de pesquisa realizado por alunos do Centro Universitário UniCarioca com auxílio de orientadores do Instituto de Engenharia Nuclear/CNEN. Este trabalho de pesquisa tem como objetivo desenvolver um ambiente virtual interativo de engenharia de reatores capaz de melhorar e auxiliar a aprendizagem dos alunos dos cursos de engenharia para a engenharia de reatores. Este trabalho de pesquisa, tem um ambiente virtual para demonstrar o funcionamento do primeiro e segundo ciclo de um reator nuclear de água pressurizada, permitindo assim uma experiência interativa de realidade virtual para uma melhor compreensão dos componentes básicos de uma usina nuclear geradora de energia. Além disso, a plataforma virtual também funciona como um repositório online para os objetos virtuais modelados por desenvolvedores de ambientes virtuais ou professores que desejem utilizá-los no ensino de disciplinas relacionadas à engenharia de reatores. As vantagens deste trabalho de pesquisa são a criação de um ambiente virtual e ao mesmo tempo uma plataforma virtual, a utilização de diversos modelos de objetos virtuais modelados e compartilhados e realizar interações no ambiente virtual. Mas as desvantagens são a não criação de imersividade capaz de se locomover no ambiente, apenas olhar e interagir com os objetos, e não tem a recriação de ambientes reais para ambiente virtual, apenas um ambiente virtual fictício.

Segue abaixo uma tabela comparativa entre os trabalhos relacionados.

Funcionalidade	Recriar ambientes reais para ambientes virtuais em RV	Realizar interações com o ambiente virtual em RV	Criar imersividade com o ambiente virtual sendo capaz de	Escolha qual ambiente virtual em RV (Realidade
Trabalho relacionado				

	(Realidade Virtual)	(Realidade Virtual)	se locomover no ambiente virtual em RV(Realidade Virtual)	Virtual) deseja estar imerso
Visita Virtual do Museu de Arte Moderna da Bahia - MAM			X	
MAM Rio 3D		X		X
Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D	X		X	
Vida artificial em ambientes virtuais: uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida	X		X	
Ambiente virtual com realidade virtual interativa no auxílio de ensino de engenharia de reatores		X		

2. Requisitos

2.1 Requisitos Funcionais

Requisitos funcionais são características e funcionalidades específicas que o sistema deve oferecer para atender às necessidades do usuário. Esses requisitos descrevem as ações que o sistema deve realizar.

- Como usuário preciso decidir no aplicativo qual tipo de lugar desejo estar imerso.
- Como usuário preciso escolher no aplicativo qual ambiente virtual desejo estar imerso.
- Como desenvolvedor preciso de um suporte para modelagem e texturização.
- Como desenvolvedor preciso de um suporte para virtualização 3D.
- Como desenvolvedor do ambiente virtual preciso gerenciar o arquivo do ambiente virtual no sistema.
- Como desenvolvedor do ambiente virtual preciso gerenciar o lugar no qual se refere ao ambiente virtual no sistema.

2.2 Requisitos Não-Funcionais

Requisitos não funcionais são critérios que descrevem as características do sistema que não estão relacionadas diretamente às funcionalidades específicas, mas sim a características mais amplas de seu desenvolvimento, operação e tecnologia.

[RNF1] O sistema deve ser acessado nas plataformas web.

[RNF2] O aplicativo deve ser feito para o Android.

[RNF3] O aplicativo deve garantir que a criação do arquivo do ambiente virtual não ultrapasse 300 segundos (5 minutos).

[RNF4] A API deve ser escrita com .NET Core e utilizando o Entity Framework para o mapeamento do banco de dados para classe (ORM).

[RNF5] A API e o sistema devem ser assíncronos.

[RNF6] Para implantação e containerização da API deve ser usado o Docker.

[RNF7] Para a documentação da API deve ser usado o Swagger API.

[RNF8] O sistema deve ser implantado no Versel.

[RNF9] Para realizar a modelagem e as texturas do ambiente virtual, deve ser utilizado o blender.

[RNF10] Para criar o ambiente virtual em realidade virtual e realizar a interação com o ambiente deve ser usado o Google Cardboard SDK e Unity.

3. Design

3.1 Projeto UML

O Unified Modeling Language (UML) é uma linguagem padrão para modelagem de sistemas orientados a objetos. Desenvolvida para unificar diversos métodos de modelagem, a UML fornece uma notação gráfica consistente e abrangente para representar diferentes aspectos de um sistema de software. Os diagramas UML são ferramentas visuais que ajudam a comunicar, visualizar, especificar, construir e documentar os aspectos de um sistema. Existem vários tipos de diagramas UML, cada um com um propósito específico.

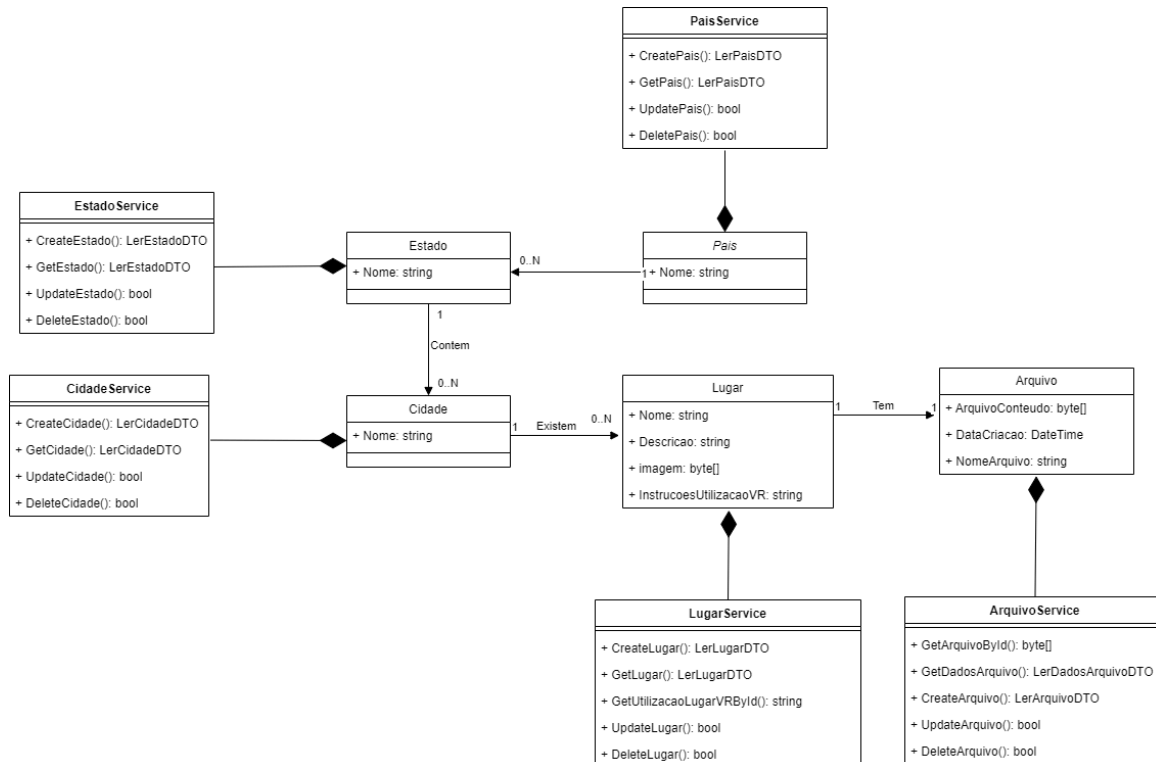
A seguir será utilizado o diagrama de classe e o de casos de uso para descrever o projeto.

3.1.1 Diagrama de Classe

Diagrama de classe é uma representação visual da estrutura estática e das relações entre as classes de um sistema orientado a objetos. Ele ilustra as classes no sistema, seus atributos, métodos e as associações entre elas. As classes são representadas por retângulos, e as associações entre as

classes são mostradas por linhas que conectam os retângulos. Além disso, o diagrama de classe pode incluir informações sobre herança, agregação, composição e outras relações entre as classes. Este tipo de diagrama é fundamental para entender a organização das classes em um sistema e é amplamente utilizado durante a fase de design de software. Este diagrama de classes do presente trabalho está representando a API.

Figura 1

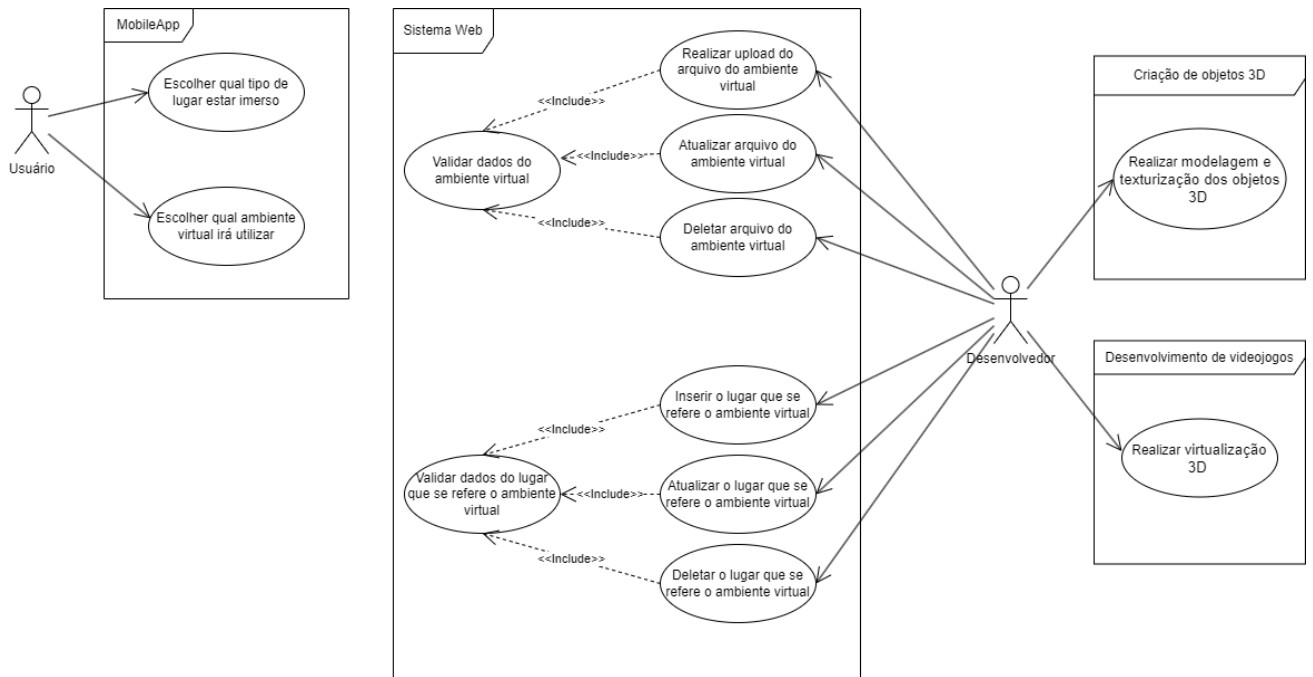


Fonte: Autor

3.1.2. Diagrama de Casos de Uso

Diagrama de casos de uso é uma representação gráfica que descreve as interações entre um sistema e seus atores externos (usuários, outros sistemas, etc.) em termos de cenários de uso. Ele mostra como os usuários interagem com o sistema para realizar determinadas funcionalidades. Os atores são representados por ícones externos ao sistema, enquanto os casos de uso são representados por elipses. As linhas conectam os atores aos casos de uso, indicando as interações entre eles. Este tipo de diagrama é especialmente útil para capturar e comunicar os requisitos funcionais do sistema de forma clara e compreensível, ajudando a definir as principais funcionalidades e interações esperadas.

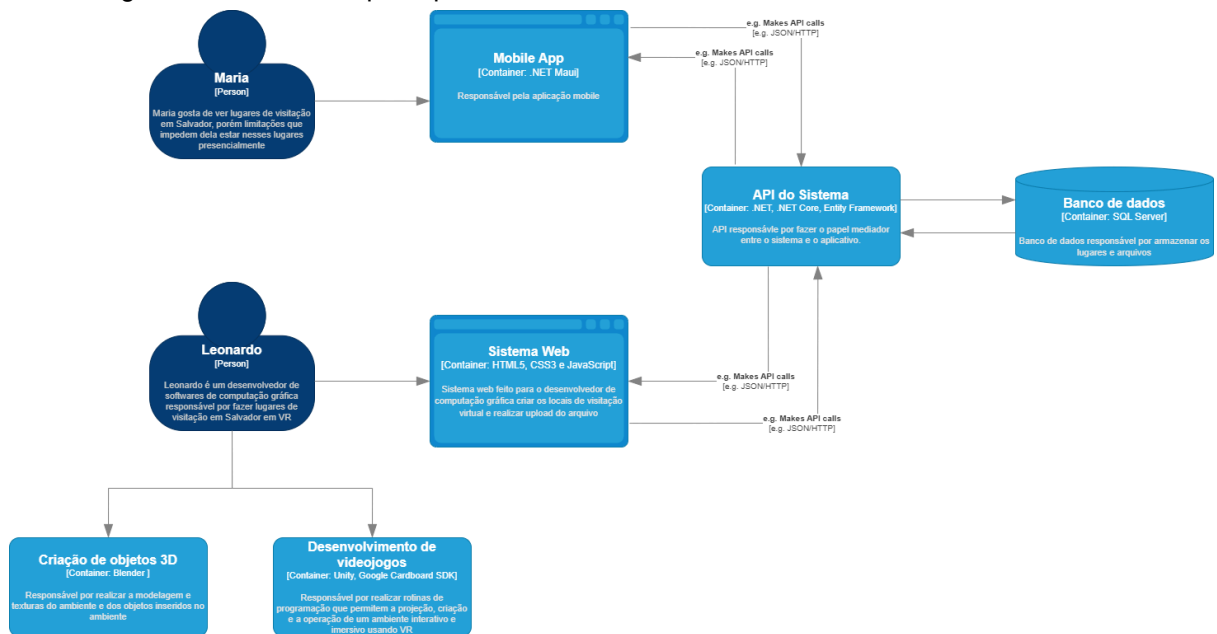
Figura 2



Fonte: Autor

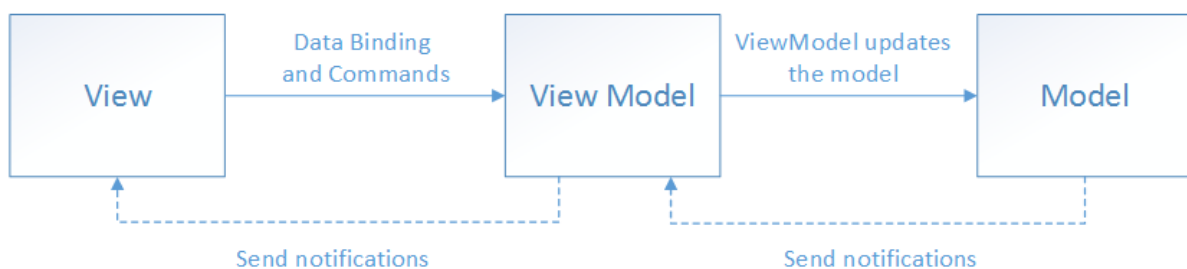
3.2 Visão Arquitetural

Os diagramas de arquitetura de software são uma maneira de comunicar como planeja construir um sistema de software (design inicial) ou como um sistema de software existente funciona. Para este trabalho, foi realizado o diagrama de container. O diagrama de container mostra os containers (aplicativos, armazenamentos de dados, microservices, etc.) que compõem esse sistema de software. As decisões de tecnologia também são uma parte fundamental desse diagrama. A seguir está o diagrama de container que representa este trabalho.



O código da API foi escrito seguindo o paradigma orientado a objetos e a arquitetura é orientada a serviços (SOA), na qual é um estilo de design de software em que os serviços são fornecidos aos outros elementos por componentes de aplicativos, através de um protocolo de comunicação em uma rede. Foi utilizado o padrão REST API para transitar as informações entre os diferentes sistemas e aplicativos. Já como o código foi projetado, foi utilizado o padrão em camadas, foram criadas as seguintes pastas: Controllers, responsável por receber as solicitações e dar a resposta via HTTP e redirecionar para o serviço específico; Data, responsável pela criação e estrutura do banco de dados referentes às tabelas; DTOs, classes responsáveis por transitar a informação dos dados dentro da API; Helpers, responsável por serem classes que servem de apoio a realizar alguma funcionalidade; Migrations, responsável por fazer o mapeamento das classes de modelo para as tabelas no banco de dados; Models, classes usadas para representar as tabelas do banco de dados; Profiles, responsável por fazer o mapeamento das classes de modelo para os DTOs; e Services, responsável pela lógica e regra de negócio do sistema, além de utilizar o Entity Framework para realizar manipulação e obtenção dos dados.

O código do aplicativo foi escrito seguindo o paradigma orientado a objetos e o padrão utilizado foi o MVVM (Model-View-ViewModel). O padrão MVVM impõe uma separação entre três camadas de software, a interface do usuário XAML, chamada de exibição, chamados de modelo, e um intermediário entre a exibição e o modelo, chamado viewmodel. O modo de exibição e o viewmodel geralmente são conectados por meio de associações de dados definidas em XAML. O BindingContext para o modo de exibição geralmente é uma instância do viewmodel.



Foi utilizado este padrão devido ao fato de que entende-se melhor as responsabilidades de cada componente e também entender como eles interagem. No projeto, o Model se refere a classe referente ao lugar. A View Model se refere aos comandos, toda a regra de negócio e as requisições feitas a API. Já a View mostra as telas para o usuário dos lugares e os botões necessários para a navegação e interação(comandos).

O sistema é feito com HTML, CSS e JavaScript, e utiliza uma funcionalidade do JavaScript chamada Fetch API que serve para realizar requisições a API e trabalhar com os objetos retornados, e também utiliza o paradigma orientado a objetos.

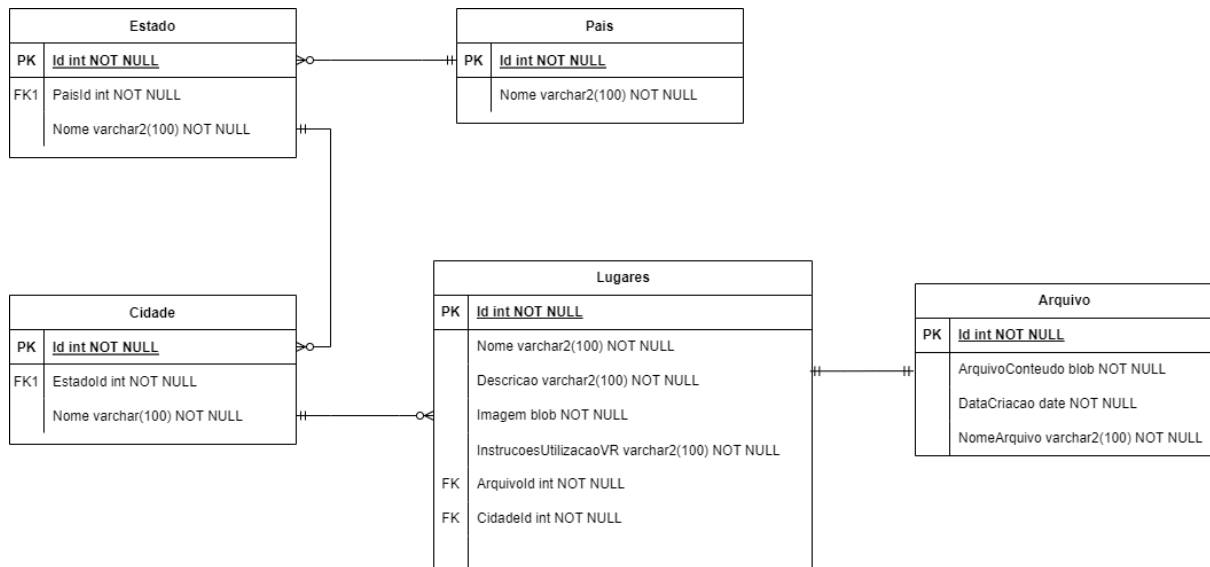
Para a realização da modelagem e textura do ambiente virtual, o software Blender trabalha com o modo Drag-and-drop , ou seja, o usuário seleciona os objetos que deseja trabalhar e utiliza-se de atalhos do teclado para mover elementos, rotacionar, e escalonar os objetos.

Para a realização da interação do usuário com o ambiente, o software Unity também utiliza Drag-and-drop para manipular e inserir elementos 3D, existe também uma parte para realizar Scripts, que trabalha com orientação a objetos, porém a lógica de desenvolver o Script é baseada nos componentes em foram inseridos na tela de edição.

3.3 Modelo de Banco de Dados

O Modelo Entidade Relacionamento, é um modelo conceitual utilizado na Engenharia de Software para descrever os objetos (entidades) envolvidos em um domínio de negócios, com suas características (atributos) e como elas se relacionam entre si (relacionamentos)..

Figura 3



Fonte: Autor

5. Implantação

5.1 Projeto de Implantação

O código da API pode ser encontrado nesse repositório público:

<https://github.com/LeonardoReisAmorim/AppVisitAPI>

O código do App mobile pode ser encontrado nesse repositório público:

<https://github.com/LeonardoReisAmorim/MauiAppVisit>

O código do Sistema pode ser encontrado nesse repositório público:

<https://github.com/LeonardoReisAmorim/UploadFilesAppVisit>

A url da API pode ser encontrada neste endereço web:

<https://apivisitvr.azurewebsites.net/swagger/index.html>

A url do Sistema pode ser encontrada neste endereço web:

<https://upload-files-app-visit.vercel.app>

A url do App Mobile pode ser encontrada neste endereço web:

https://drive.google.com/file/d/1_6wQeTkZRbY8uyxosljSs5vjU1Oqg6Yx/view?usp=sharing

O processo de implantação da API foi realizado com o Microsoft Azure. O Microsoft Azure é a plataforma de computação em nuvem executada pela Microsoft. Oferece gerenciamento, acesso e desenvolvimento de aplicações e serviços a indivíduos, empresas, e governos por meio de sua infraestrutura global. Para realizar a implantação, foi necessário criar uma conta no Azure de forma gratuita, porém, os serviços que o Azure oferece são pagos conforme o uso. Para a API, o serviço escolhido foi o *Aplicativo Web para Contêineres*, este serviço permite que seja criado, implantado e dimensionado aplicativos Web de nível corporativo, móveis e de API em execução em qualquer plataforma. Atende a rigorosos requisitos de desempenho, escalabilidade, segurança e conformidade, usando uma plataforma totalmente gerenciada para executar a manutenção de infraestrutura. Para implantar é necessário inserir os detalhes do projeto, como a Assinatura, grupo de recursos, nome da instância, o modo de publicação, o sistema operacional, a região, o plano de preço e o arquivo de configuração do docker. Para este projeto foi escolhido o modo de publicação usando container, o sistema operacional linux, a região East US, o plano de preço do Linux B3 na qual é disponibilizado uma máquina com 4 núcleos, 7GB de memória RAM e 10GB de armazenamento, o custo dessa máquina é por hora custando 0,067 USD e mensal 48,91 USD.

Para a implantação do sistema, foi utilizado o Vercel. O Vercel fornece ferramentas de desenvolvedor e infraestrutura de nuvem para criar, dimensionar e proteger um sistema web de forma mais rápida e personalizada. A criação da conta no Vercel é vinculada ao GitHub e é gratuita. Diferente do Microsoft Azure, para implantar um sistema web é gratuito, porém a conta gratuita possui limitações, como o limite de transferência de dados é 100GB, ao passar disso é necessária uma atualização da

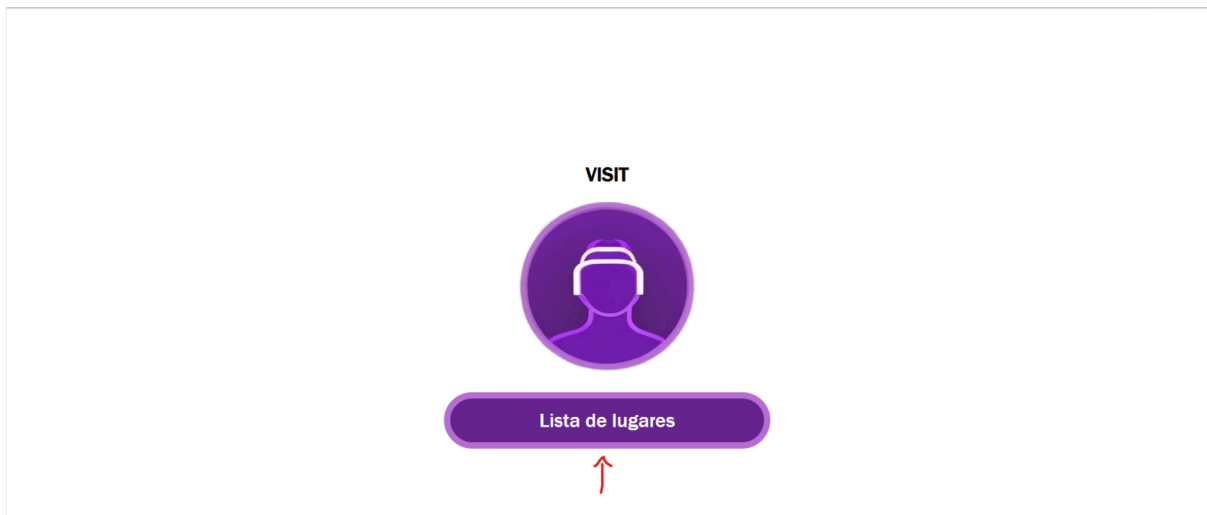
conta para o plano Pro, onde no plano Pro tem outras vantagens conforme o gratuito, mas para este projeto de TCC, é utilizado o plano gratuito. Para a implantação do App Mobile no android foi criado um arquivo assinado .APK. O .APK é uma sigla para Android Application Pack, o APK funciona como um arquivo .exe, só que para dispositivos móveis.

6. Manual do Usuário

6.1 Manual para o uso do sistema

1. Acesse a url <https://upload-files-app-visit.vercel.app> para configurar os lugares e subir os ambientes virtuais e clique em “Lista de Lugares”;

Figura 4



Fonte: Autor

2. Para criar o lugar é preciso primeiro criar o País onde o lugar está localizado. Clique em “Lista de países” e após clique em “Criar país” e digite o nome do País;

Figura 5



Fonte: Autor

Figura 6



Fonte: Autor

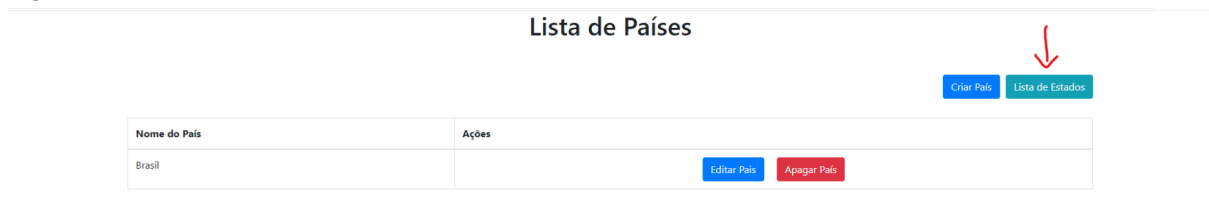
Figura 7



Fonte: Autor

3. Após criar o país é necessário o estado. Clique em "Lista de estados" e depois em "Criar estado". Digite o nome do estado e escolha o país em que o estado se encontra;

Figura 8



Fonte: Autor

Figura 9



Fonte: Autor

Figura 10

Lista de Estados

Digite o nome do Estado ×

Escolha o país em que o estado se encontra

▼
 Brasil

CRIAR ESTADO

Fonte: Autor

4. Após criar o estado é necessário criar a cidade. Clique em “lista de cidades” e depois em “criar cidade”. Digite o nome da cidade e o estado em que a cidade está localizada;

Figura 11

Lista de Estados

Criar Estado
Lista de Cidades

Nome do Estado	Ações
Bahia	Editar Estado Apagar Estado

Fonte: Autor

Figura 12

Lista de Cidades

Criar Cidade
Lista de Lugares

Nome da Cidade	Ações

Fonte: Autor

Figura 13

Lista de Cidades

Digite o nome da Cidade ×

Escolha o estado em que a cidade está localizada

▼
 Bahia

CRIAR CIDADE

Fonte: Autor

5. Após criar a cidade, clique em “lista de lugares” e clique em “Lista de arquivos” para subir o arquivo do ambiente virtual;

6. Figura 14



Fonte: Autor

Figura 15



Fonte: Autor

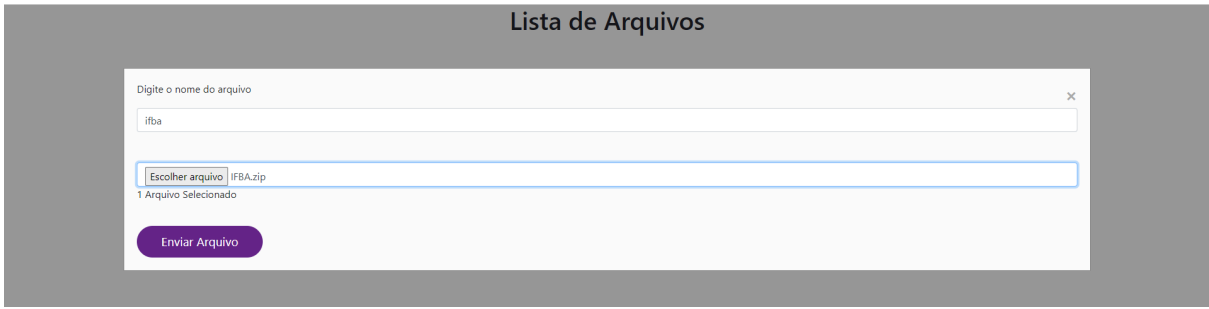
7. Clique em "Realizar upload do arquivo" e insira o nome do arquivo e o arquivo e clique em "Enviar arquivo". Só é aceito arquivos .zip;

Figura 16



Fonte: Autor

Figura 17



Fonte: Autor

- Retorne a lista de lugares e clique no botão “Criar lugar” para criar o lugar. É necessário inserir o nome do lugar, descrição do lugar, escolher a cidade em que o lugar está localizado, escolher o arquivo do ambiente deste lugar, digitar as instruções para utilizar o ambiente em realidade virtual, escolher a imagem do lugar e depois clicar em “Criar lugar”;

Figura 18



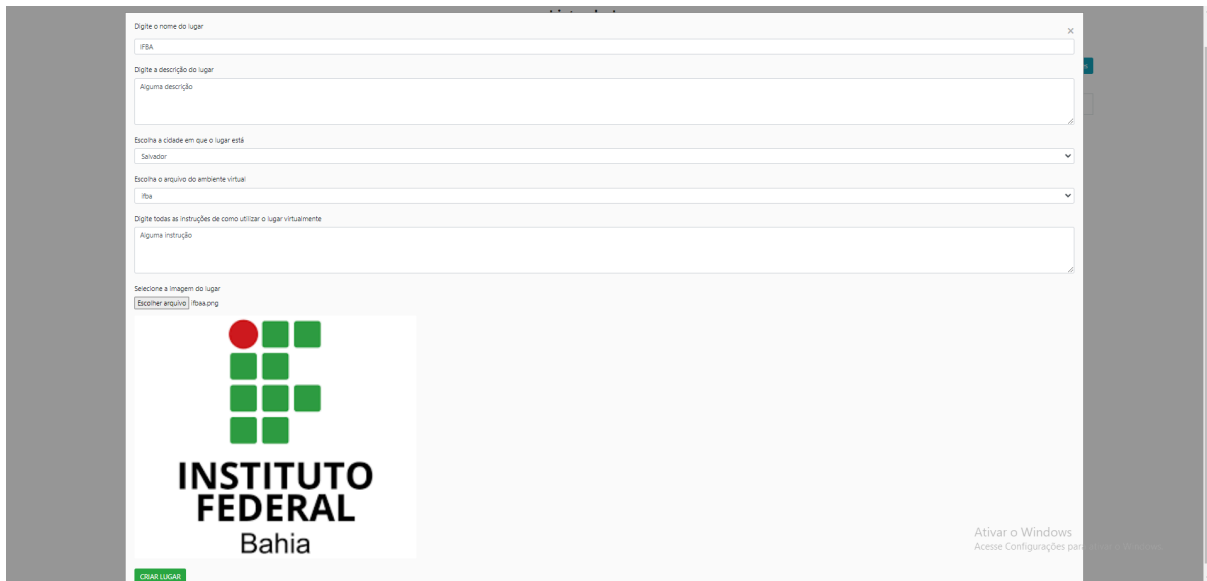
Fonte: Autor

Figura 19



Fonte: Autor

Figura 20



9. Feito esses passos, já foi configurado o lugar e o ambiente virtual deste lugar.

Figura 21

Lista de Lugares

[Lista de arquivos](#)
[Criar lugar](#)
[Lista de Países](#)

Nome do Lugar	Descrição	Cidade	Nome do Arquivo	Instruções para utilizar o lugar virtualmente	Ações
IFBA	Alguma descrição	Salvador	ifba	Alguma instrução	Editar Lugar Apagar Lugar

Fonte: Autor

6.1 Manual para o uso do App Mobile

1. Clique em “Comece sua aventura”;

Figura 22



Fonte: Autor

2. Escolha e clique no ambiente virtual que deseja estar imerso. Neste exemplo estarei escolhendo o IFBA;

Figura 23



Fonte: Autor

3. Clique em “Como interagir” para visualizar instruções de utilização do ambiente em realidade virtual;

Figura 24



Fonte: Autor

4. Clique em “Iniciar” para carregar o arquivo do ambiente virtual. Aguarde realizar o download do arquivo;

Figura 25



Fonte: Autor

5. Finalizado o download do arquivo do ambiente virtual, escolha a pasta que deseja salvar o arquivo no celular;

Figura 26

2:16

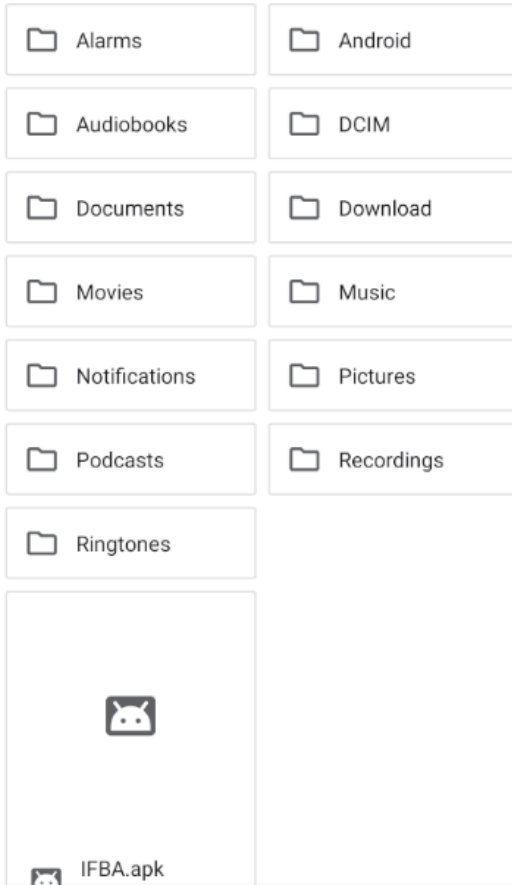


sdk_gphone_x86_64



sdk_gphone_x86_64

Files on sdk_gphone_x86_64



IFBA.apk

SAVE

Fonte: Autor

6. Vá para a pasta onde salvou o arquivo do ambiente virtual e instale. Neste exemplo foi baixado na pasta Downloads;

Figura 27

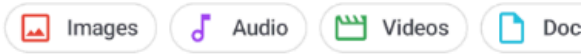
2:18



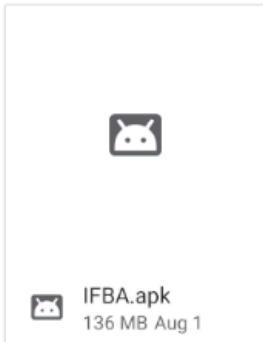
Download



sdk_gphone_x86_64 > Download



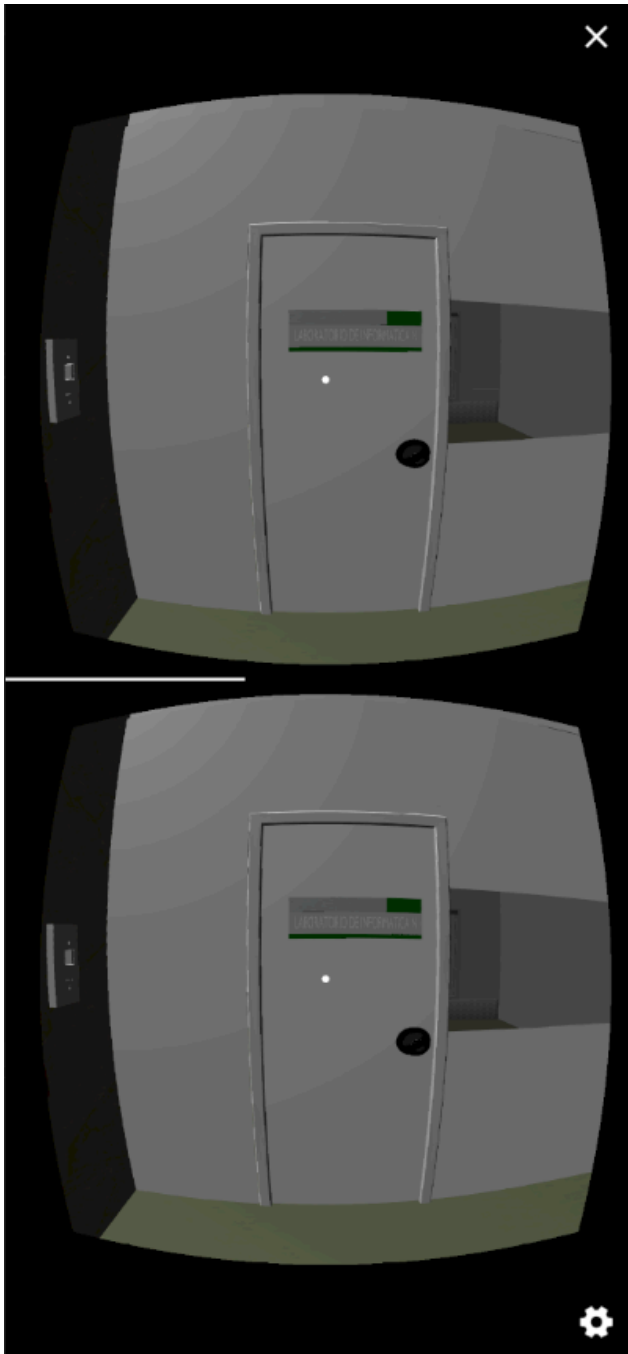
Files in Download



Fonte: Autor

7. Inicie o arquivo do ambiente virtual;

Figura 28



Fonte: Autor

Agradecimentos

Agradeço a minha família que sempre apoia e dá todo o suporte necessário. Agradeço ao meu orientador por confiar em mim e por me auxiliar em todos os momentos. Agradeço a minha namorada por estar sempre do meu lado e aflorar meu lado criativo para desenvolver os ambientes sobre realidade virtual.

Referências

- SILVA, Gabriela Linhares da. Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D. 2022. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022;
- GARCIA, Fabiano Luiz Santos; CAMARGO, Fabio; TISSIANI, Gabriela. Metodologia para criação de ambientes virtuais tridimensionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 15.; INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, IV, 2001, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: s.n., 2001;
- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: PRÉ-SIMPÓSIO IX SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 2007, Petrópolis. Anais [...]. Petrópolis: s.n., 2007;
- TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. In: PRÉ-SIMPÓSIO VIII SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, 2006, Belém. Anais [...]. Belém: s.n., 2006;
- NEVES, Rogério Perino de Oliveira. A.L.I.V.E. Vida artificial em ambientes virtuais: uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005;
- MIGUEL, Lucas de Castro; LEGEY, Ana Paula; ESPÍRITO SANTO, André Cotelli do; MÓL, Antônio Carlos de Abreu. Ambiente virtual com realidade virtual interativa no auxílio de ensino de engenharia de reatores. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Federal do Paraná, Paraná, 2023;
- BLENDER. Blender. Disponível em: <https://www.blender.org>. Acesso em: 14 mar. 2024;
- UNITY. Unity. Disponível em: <https://unity.com/pt>. Acesso em: 14 mar. 2024;
- GOOGLE. Google Cardboard. Disponível em: <https://developers.google.com/cardboard>. Acesso em: 14 mar. 2024;
- MICROSOFT. O que é o .NET MAUI. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/maui/what-is-maui?view=net-maui-8.0>. Acesso em: 14 mar. 2024;
- MICROSOFT. O que é .NET. Disponível em: <https://dotnet.microsoft.com/pt-br/learn/dotnet/what-is-dotnet>. Acesso em: 15 mar. 2024;
- G1. Museu de Arte Moderna da Bahia disponibiliza acervo para visita virtual gratuita; veja como acessar. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2023/05/11/museu-de-arte-moderna-da-bahia-disponibiliza-acervo-para-visitacao-virtual-gratuita-veja-como-acessar.ghtml>. Acesso em: 31 jul. 2024;
- MUSEU DE ARTE MODERNA DO RIO DE JANEIRO. Sobre. Disponível em: <https://mam.rio/sobre/>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- MICROSOFT. MVVM no .NET MAUI. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/architecture/maui/mvvm>. Acesso em: 15 mar. 2024.