



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Informática

Proposição de boas práticas para o desenvolvimento de jogos no metaverso Roblox

João Ricardo dos Santos

Recife
Março de 2024

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Proposição de boas práticas para o desenvolvimento de jogos no metaverso Roblox

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.*

Autor: João Ricardo dos Santos (jrs4@cin.ufpe.br)

Orientador: Geber Lisboa Ramalho (glr@cin.ufpe.br)

Co-orientador: Marco Túlio Caraciolo Ferreira Albuquerque
(tulio.caraciolo@gmail.com)

Recife
Março de 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, João Ricardo dos.

Proposição de boas práticas para o desenvolvimento de jogos no metaverso
Roblox / João Ricardo dos Santos. - Recife, 2024.

40

Orientador(a): Geber Lisboa Ramalho

Coorientador(a): Marco Túlio Caraciolo Ferreira Albuquerque

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Informática, Ciências da Computação - Bacharelado,
2024.

1. Metaverso. 2. Roblox. 3. Web 3.0. I. Ramalho, Geber Lisboa.
(Orientação). II. Albuquerque, Marco Túlio Caraciolo Ferreira. (Coorientação).
IV. Título.

000 CDD (22.ed.)

JOÃO RICARDO DOS SANTOS

**PROPOSIÇÃO DE BOAS PRÁTICAS PARA O
DESENVOLVIMENTO DE JOGOS NO METAVERSO ROBLOX**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como
requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em
Ciência da Computação.

Data de aprovação: 20 de março de 2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Geber Lisboa Ramalho (Orientador)
Centro de Informática - UFPE

Prof. Giordano Ribeiro Eulálio Cabral (1º Titular)
Centro de Informática - UFPE

RECIFE
2024

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus, por ter aberto as portas até o momento de hoje, a minha família por ter me dado o suporte inicial para trilhar meu caminhos desconhecidos, a minha companheira de vida pelo suporte diário e aos meus orientadores por entrarem nessa jornada comigo.

Resumo

A temática do Metaverso tem sido bastante noticiada nos últimos anos, sendo o Meta (antigo Facebook) um dos propagadores com mais reconhecimento do público, entretanto também vemos a materialização desse conceito em plataformas de jogos como Minecraft, Roblox, Fortnite, entre outros. Os impactos desse conceito têm sido bastante discutidos em áreas diversas, como as mídias sociais, no ensino, relações de trabalho e em especial, na forma de jogar. Por outro lado, o Metaverso também traz desafios relacionados à forma de fazer jogos.

Os desafios escolhidos para analisarmos foram: A natureza inerentemente *multiplayer*; Uso do Roblox como plataforma de desenvolvimento e distribuição; Roblox como Metaverso com economia própria. Para isso utilizamos a metodologia *Action Research*, conhecida como pesquisa-ação, que utiliza uma abordagem que combina a pesquisa acadêmica com ação prática.

Com os dados coletados por um questionário e das nossas observações durante as intervenções no jogo dos registros de alterações, propomos uma lista de boas práticas e recomendações para o desenvolvimento de jogos no Roblox, para desenvolvedores que estão transacionando ou iniciando nessa nova plataforma de desenvolvimento.

Palavras-chave: *Metaverso, Roblox, Web 3.0*

Lista de Siglas

- **API** (*Application Programming Interface*): Interface de Programação de Aplicação
- **AR** (*Augmented Reality*): Realidade aumentada
- **DLC** (*Downloadable Content*): Conteúdo para download
- **DPA**: Detetives do Prédio Azul
- **GDD** (*Game Design Document*): Documento de Game Design
- **HMD** (*Head-mounted display*): Visor montado na cabeça
- **MMO** (*Massively Multiplayer Online*): Jogo online massivo multijogador
- **VR** (*Virtual Reality*): Realidade virtual
- **XR** (*Extended Reality*): Realidade estendida

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Metaverso.....	8
2.1 Tecnologias e processos.....	9
2.2 Metaverso e Jogos.....	12
3. Desafios.....	13
4. Roblox.....	16
4.1 Tecnologias.....	17
4.1.1 Tecnologias da Infraestrutura do Roblox.....	17
4.1.2 Tecnologias usadas pelo desenvolvedor.....	18
4.2 Monetização.....	19
5. Pesquisa-ação.....	21
5.1 Concepção.....	22
5.2 Produção.....	23
5.3 Lançamento.....	25
5.4 Operação.....	26
6. Resultados.....	28
6.1 Natureza inerentemente multiplayer.....	28
6.2 O Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição.....	29
6.3 O Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição.....	32
7. Recomendações.....	33
7.1 Antes de iniciar.....	33
7.2 Desenvolvimento.....	34
7.3 Comunidade.....	34
8. Considerações finais.....	35
9. Referências bibliográficas.....	35

1.Introdução

O impacto do Metaverso é um dos tópicos mais debatidos, com potencial para revolucionar a indústria de jogos. O alcance global para mais de centenas de milhares de jogadores não é algo novo, pois os MMOs (*Massively Multiplayer Online*) já faziam isso desde meados dos anos 90. No entanto, o Metaverso traz princípios diferentes comparados aos enredos e das missões que os MMOs oferecem aos seus jogadores. O Metaverso, por exemplo, oferece a possibilidade do jogador criar o conteúdo que quer para o Metaverso, sendo utilizado por outros jogadores, além de outras diferenças que trazemos no próximo capítulo.

No Capítulo 2 apresentamos uma visão geral sobre o Metaverso e as tecnologias e usos que a compõem. No Capítulo 3 trazemos alguns desafios que consideramos relevantes pelo impacto técnico e social do Metaverso e escolhemos três deles para o desenvolvimento deste trabalho, são eles: a natureza inerentemente *multiplayer*; o Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição; a manutenção da economia no próprio Metaverso.

Esses três desafios foram escolhidos pois permitiam que nós utilizássemos as ferramentas de desenvolvimento que possuímos para fazermos as análises e implementações necessárias dos jogos e são os desafios mais técnicos, comparado aos mais filosóficos, como a dualidade entre jogar e fazer os jogos, por exemplo. No Capítulo 4 apresentamos o Maniblox (a empresa onde executamos este trabalho), o Metaverso do Roblox e como ele trabalha as soluções para esses desafios.

A Maniblox é uma empresa que possui mais de quinze anos de experiência em desenvolvimento de jogos em plataformas móveis, como celulares utilizando sistemas operacionais Android e iOS. No entanto, a migração para trabalhar com o Roblox, trouxe à equipe inúmeros desafios.

Vimos a necessidade de realizar o trabalho pois achamos importante fazer um mapeamento dos desafios que encontramos e que poderíamos encontrar utilizando o Roblox e como poderíamos criar recomendações, processos e boas práticas para próximos jogos, não só para nós como para outros desenvolvedores que estejam interessados em iniciar desenvolvimento usando essa plataforma.

Para realização do trabalho, utilizamos no Capítulo 5 a metodologia de Pesquisa-ação pelo fato de sua estrutura de execução combinar com o objeto de estudo, que envolve uma sequência de etapas e processos para o desenvolvimento

do jogo estudado. Na etapa de pesquisa e planejamento, fizemos um levantamento do estado da arte, criamos um questionário para coletar as impressões da equipe e consultamos o GDD do jogo da Maniblox. Na etapa de ação, fizemos parte de todas as fases do ciclo de desenvolvimento do jogo DPA (Detetives do Prédio Azul), onde utilizamos das nossas experiências prévias para desenvolver jogos nesta nova plataforma e mapeamos as dificuldades encontradas.

O Capítulo 6 traz uma listagem dos resultados compilados das pesquisas e relatórios, para cada critério que tínhamos para os desafios e no Capítulo 7 temos uma lista de boas práticas para desenvolvedores de jogos para o Metaverso do Roblox.

2. Metaverso

Atualmente, o Metaverso possui diferentes definições [1], muitas delas baseadas no contexto do seu uso. No entanto, é importante fazermos uma comparação entre os Metaversos e os MMOs e como eles se relacionam com seus usuários. A conectividade e o alcance que esses ambientes oferecem aos usuários é um dos pilares para a longevidade deles. Traremos mais detalhes sobre a comparação na última sessão deste capítulo.

Das diferentes definições que podemos encontrar na literatura para o Metaverso, a que melhor elucida a temática desse projeto a seguinte:

O Metaverso é o universo pós realidade, um ambiente *multiplayer* perpétuo e persistente que funde a realidade física com a virtualidade digital. Baseia-se na convergência de tecnologias que permitem interações multissensoriais com ambientes virtuais, objetos digitais e pessoas... (tradução nossa) [2]

Temos o Metaverso do Minecraft, onde o jogador tem seus mundos gerados proceduralmente e compartilháveis com outros jogadores usando servidores. Todos podem criar e modificar o mundo seguindo seus objetivos pessoais, alguns por simplesmente explorar o mundo e outros para construir cidades e desafios para outros jogadores, tudo sendo persistente para futuras interações.

Outro exemplo é o Roblox, que trazemos nesse trabalho como objeto de estudo. Ele fornece ferramentas para os jogadores criarem variados jogos a serem

compartilhados dentro da plataforma, utilizando de avatares inteligentes que podem se expressar de diferentes formas dentro desses jogos. Além disso, existem ferramentas que permitem que os jogadores criem itens vendáveis dentro da plataforma, para serem usados por outros avatares nas experiências.

O termo Metaverso, que vem da união dos termos “meta” e “universe” [3], que numa tradução livre significa “universo transcendente”, foi criado e apresentado pelo autor Neal Stephenson no livro *Snow Crash*, lançado em 1992. Nele o autor traz a representação de um universo virtual criado a partir de computação gráfica, onde os usuários utilizam de periféricos para se conectarem a esse universo, sendo representados neles por corpos digitais chamados avatares [2].

Mas não é somente na literatura que vemos esse interesse na criação de realidades virtuais. Uma das primeiras a se ter registro foi a criação da primeira máquina de realidade virtual pelo diretor de fotografia Morton Heilig no ano de 1956. A máquina utilizava inúmeras tecnologias para estimular os sentidos das pessoas que a usavam, como vídeo 3D colorido, aromas, simulador de ventos e outros [4]. A partir da década de 60, vemos os investimentos para a tecnologia dos HMD (Head-mounted display) para a área militar, na simulação de voos e controle de câmeras a longa distância. Na década de 90 vemos as renderizações de cenários mais complexos, como por exemplo, propostas de terapias ao PTSD da guerra do Vietnam [4].

Os experimentos e criações comentados anteriormente foram os primeiros passos para o estudo e entendimento prático do que seria um objeto virtualizado. Mas para o entendimento do Metaverso na visão atual, precisamos nos aprofundar mais nas tecnologias e processos que podem compor atualmente.

2.1 Tecnologias e processos

As criações e experimentos comentadas no final da sessão anterior não são as únicas a caracterizar o que é o Metaverso visto nos dias atuais. Tecnologias como wi-fi 6, *Blockchain*, *Edge Computing* ou *Cloud* foram concebidas, popularizadas ou viáveis somente no século XXI, permitindo alcance global para milhões de usuários [5]. Uma produção popular da cultura Pop que pode condensar as ideias atuais sobre o Metaverso é o livro *Ready Player One* (Jogador Número 1, traduzido para o português), de 2011. Nele os jogadores usavam tecnologias

vestíveis como luvas e *headsets* para entrarem e navegarem nos universos virtuais [6].

As experiências recentes do Metaverso como Roblox, Meta Horizon Worlds ou Decentraland, usaram como base diferentes tecnologias e conceitos. Ainda estamos na fase inicial do Metaverso, pois a maior parte dessas tecnologias são recentes e provenientes da transição da *Web 2.0* para a *Web 3.0* [7]. O autor Jon Radoff fez um levantamento sistemático dessas tecnologias, agrupando-as em semelhanças na área de atuação [5].

Foram caracterizadas sete camadas, indo da mais abstrata até a mais física. São elas: *Experience, Discovery, Creator Economy, Spatial Computing, Decentralization, Human Interface, Infrastructure* [8]. Além da explicação trazida para cada camada, traremos alguns exemplos e indicaremos na prática como o Roblox enxerga essas camadas.

1. *Experience*: Diferentes táticas que podem ser usadas pelos Metaversos para dar uma experiência ao usuário, procurando dissociar a dependência de um meio físico real, com seus limites de espaço e distância com outros usuários.
 - a. **Exemplo de tecnologias:** *Games, Social, Esports, Theater, Shopping*.
 - b. **Roblox para essa camada:** O Roblox permite criar inúmeros universos. Existem universos voltados a apresentação de shows, como o show do Elton John ou 24kGoldn [9] ou universos que funcionam igual a um *playground*, como o *Easy-Obby* ou [UPD] *Obby But You're On a Bike*.
2. *Discovery*: Diferentes formas que os usuários podem descobrir e encontrar conteúdos existentes no Metaverso, tanto dentro deles como nas plataformas de suporte às comunidades dos Metaversos.
 - a. **Exemplo de tecnologias:** *Ad Networks, Social, Curation, Ratings, Stores, Agents*.
 - b. **Roblox para essa camada:** O Roblox possui um Hub inicial, onde apresenta as últimas experiências jogadas, populares e com várias classificações. Dentro das próprias experiências, os jogadores podem se adicionar e convidar jogadores externos para se juntarem aos jogos que estão jogando.

3. *Creator Economy*: Por fomentar um ambiente imaginativo e de exploração dos usuários, os próprios poderão construir conteúdos a serem usados por outros. Dessa forma, uma economia pode ser criada utilizando dessa relação de troca.
 - a. **Exemplo de tecnologias:** *Design Tools, Asset Markets, Workflow, Commerce.*
 - b. **Roblox para essa camada:** Na *hub* do Roblox o jogador tem acesso ao Mercado, onde pode comprar acessórios e roupas usando a moeda da plataforma, o Robux. Não só no *hub*, mas o conteúdo criado pode ser vendido dentro das experiências, criando uma oportunidade de interação nova entre os criadores do conteúdo e os usuários que as consomem.
4. *Spatial Computing*: São as tecnologias existentes que permitem a construção dos ambientes dos Metaversos e como esses ambientes comunicam-se com o usuário e o ambiente real.
 - a. **Exemplo de tecnologias:** *3D Engines, VR/AR/XR, Multitasking UI, Geospatial Mapping.*
 - b. **Roblox para essa camada:** O Roblox Studio é a plataforma de criação e configuração de conteúdo dos desenvolvedores. Nela não só as experiências são criadas e testadas, como é usada para subir os itens criados para serem vendidos no Mercado.
5. *Decentralization*: As tecnologias que permitem um rápido alcance do Metaverso em diferentes lugares do mundo, equilibrando grandes volumes de dados e tempo de resposta.
 - a. **Exemplo de tecnologias:** *Edge Computing, AI Agents, Microservices, Blockchain.*
 - b. **Roblox para essa camada:** Esse Metaverso que registra dezenas de milhões de usuários simultâneos necessita de uma estrutura escalável, distribuída e com tecnologias que consigam transferir um grande volume de dados em tempo real que não prejudique a experiência dos usuários. [10]
6. *Human Interface*: As diferentes formas de interação entre os usuários entre si e eles o próprio ambiente do Metaverso.

- a. **Exemplo de tecnologias:** *Mobile, Smartglasses, Wearables, Haptic, Gestures, Voice, Neural.*
 - b. **Roblox para essa camada:** Apresentada em 2023, Roblox trouxe uma tecnologia interna em tempo real que permite a comunicação entre os avatares dos usuários, realizando a leitura da expressão facial e corporal dos mesmos [11]
7. *Infrastructure*: Recursos básicos que os Metaversos consomem para suportar toda a arquitetura de comunicação e transporte de dados que são usados por inúmeros usuários.
- a. **Exemplo de tecnologias:** *5G, wi-fi 6, 6G, Cloud, 7nm to 1.4nm, MEMS, GPUs, Materials.*
 - b. **Roblox para essa camada:** Como são tecnologias mínimas para o funcionamento das demais, não se vê um uso direto ainda, mas os serviços que o Roblox usa para hospedar seus servidores e as tecnologias *wi-fi* usadas pelos clientes para jogar com outros usuários são de extrema importância serem o mais rápidos e estáveis para os jogadores.

2.2 Metaverso e Jogos

A ideia de Metaverso sempre esteve próxima aos conceitos de jogos. A criação de uma avatar, por exemplo representando o usuário dentro do Metaverso, foi um termo e conceito popularizado pelo jogo *Ultima IV* [12]. Nele o jogador é inserido a um mundo de fantasia de RPG e possui inúmeras decisões que terão impacto na sua jornada, como atualizar seus atributos da maneira que preferir [6].

Tivemos contatos iniciais de uma realidade virtual nos jogos com o *Virtual Boy*, mesmo tendo várias limitações e problemas de usabilidade. Mas foi no início do ano de 2010 que o Oculus Rift trouxe ao mercado a possibilidade de se fazer HMDs mais práticos, baratos e escaláveis. A mídia de jogos se envolve nessa etapa quando o desenvolvedor John Carmack, um dos criadores do jogo *DOOM* e com grande contribuição na área de computação gráfica nos anos 90 estava pesquisando nessa mesma época tecnologias semelhantes, o que o levou a participar do projeto e desenvolver o produto para estar acessível a desenvolvedores [6] [13].

No entanto, em termos de alcance e o suporte ao número de centenas de milhares de usuários em um jogo, é inevitável fazer a comparação entre os MMOs e o Metaverso. Os MMOs já faziam isso desde meados dos anos 90 e começo dos anos 2000. No entanto, o Metaverso traz princípios diferentes comparados aos enredos e das missões que os MMOs oferecem aos seus jogadores.

Os MMOs são geralmente mundos estabelecidos pelas empresas que as criaram. World of Warcraft, RuneScape e Lost Ark são exemplos de jogos com temática ficcional com enredos e mecânicas que procuram engajar a comunidade para resolverem as missões e tarefas que existem nesses ambientes. A possibilidade de criar guildas, grupos ou tribos nesses jogos geram um engajamento mais próximo entre os usuários, tanto para partidas de jogadores contra jogadores como para os jogadores contra o ambiente.

Já o Metaverso não se prende a temáticas únicas, regras estabelecidas ou progressões direta dos jogadores. Os usuários também podem ser os criadores no Metaverso, nas diferentes formas de conteúdo, novos mundos que não necessitam de progressões para funcionarem [14]. Essa flexibilidade de criação para o Metaverso permite que os desenvolvedores criem seus próprios RPGs online, criando história ou missões, se desejarem. Já as interações entre os jogadores não se limitam em troca de mensagens ou voz, mas proporcionam uma imersão completa, que envolve os sentidos e expressões dos jogadores, utilizando de hardwares externos, como óculos de realidade virtual e ferramentas de leitura de expressões.

3.Desafios

Percebemos que o Metaverso tem um impacto grande para o desenvolvimento de jogos, principalmente porque funciona como uma plataforma em que os desenvolvedores utilizam da infraestrutura criadas pelas empresas, permitindo o foco direcionado somente no desenvolvimento dos jogos; possuem recursos compartilháveis entre todos os jogo, graças a presença do avatar do jogador, sendo altamente monetizável; e por ser uma tecnologia nova, é um mercado novo e com menos barreiras para explorar e alcançar novos públicos e investimentos, comparado a outros ambientes de desenvolvimento mais concorridos, como desenvolvimento para computadores e celulares.

Por ser uma tecnologia e conceitos novos, ainda não existem muitas pesquisas e literatura direcionadas ao Metaverso e principalmente, a ele como uma ferramenta de desenvolvimento de jogos. Isso permitiu que nós utilizássemos o conhecimento que possuímos em fazer jogos e nosso interesse em adentrar nesse meio, para realizarmos uma pesquisa, utilizando o Roblox como objeto de estudo.

Enquanto trabalhávamos no desenvolvimento no Roblox, encontramos desafios que não se limitavam somente a ele, mas a outros Metaversos que identificamos anteriormente. Esses desafios iam desde limitações técnicas que são encaradas pelos desenvolvedores, como pelas empresas que constroem os Metaversos [1].

Para o contexto de desenvolvimento de jogos podemos encarar o Metaverso um universo os inúmeros jogos que coexistem, usufruindo de uma infraestrutura de alcance global. Nele, o jogador possui uma representação única de um avatar, no qual compartilha com outros jogadores experiências em simulações de diferentes ambientes e situações que seriam impossíveis pela distância física dos usuários.

Listamos alguns dos desafios que o time identificou e encontramos na literatura e que usaremos como pontos de partida para analisar como o Roblox as soluciona.

1. **A natureza inerentemente *multiplayer*:** Com o requisito de manter inúmeros usuários conectados, com um grande volume de transmissão de dados entre os usuários, traz para o Metaverso o desafio duplo: Criar a infraestrutura ideal para suportar esse tráfego imprevisível de usuários e dar ao criador de jogos as ferramentas necessárias e compatíveis para se criar eles.
2. **O Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição:** Percebe-se que o Metaverso é um novo espaço a ser ocupado. Nesse sentido, esse novo espaço tem forma, função e aparência, pois reflete de alguma forma as intenções do seu criador. Mas para isso ser possível, é necessário um conjunto de ferramentas que permita criar e compartilhar esses espaços dentro do Metaverso, para que outros usuários possam conhecer e interagir.
3. **Manutenção da economia no próprio Metaverso:** Com a constante presença e interação dos jogadores, é inevitável que nesse novo meio social não exista uma relação de troca entre os jogadores. Nesse caso, tem-se o

desafio em criar regras e o ambiente para que essas trocas sejam respeitadas, para ambos os lados e a interação entre a economia do Metaverso com a economia real.

4. **Persistência da presença online:** Para que o retorno do jogador ao Metaverso seja possível, é necessário que dados básicos do jogador, como o inventário e o avatar do jogador, estejam sempre no Metaverso, sendo possíveis de acessá-los estando ele dentro ou não do ambiente, pois o Metaverso funciona como uma “rede social”, representada pelo avatar do jogador.
5. **Dualidade entre jogar e fazer os jogos:** No Metaverso o criador se confunde cada vez mais com o jogador e como avatar dentro desse mundo, similar ao que vemos no youtube, por exemplo, quem assiste também se confunde com quem produz os vídeos. Essa dualidade é intensificada na constante interação entre o que é criado por um jogador com a criação de outros jogadores, não só dentro do Metaverso como fora dele.
6. **Segurança e privacidade para os usuários:** As diferentes formas de interação entre os usuários, que vão de chats, microfones ou câmeras, cria uma abertura para vazamento de dados entre usuários ou até a perda de seus avatares.

Como o número de desafios levantados é grande para esse trabalho, escolhemos três desses seis, para analisar diretamente as abordagens e dificuldades que o Roblox tem em desenvolver as soluções para eles. Esses desafios possuem uma relação mais intrínseca com tecnologias escolhidas e como elas se comunicam.

A natureza inerentemente *multiplayer*, a plataforma de desenvolvimento e distribuição; e a manutenção da economia no próprio Metaverso. A primeira relacionada ao alcance global do Roblox em todas as regiões, a segunda ao próprio editor usado na criação dos conteúdos consumidos pelos usuários e a terceira como a economia do Roblox é tratada. No capítulo seguinte vamos nos aprofundar sobre como essas abordagens são feitas no Roblox.

4. Roblox

O Roblox foi a ferramenta escolhida pois é o Metaverso para a qual a Maniblox desenvolve atualmente. A escolha foi feita pois o Roblox possuía uma crescente que consideramos alta para o número de jogadores ativos diariamente (podemos utilizar os números de 70 milhões no final de 2023, 20% a mais comparado ao ano anterior [11]). Outro indicador para a nossa escolha é que Roblox oferecia um editor acessível aos desenvolvedores criarem jogos, para medir e testar a escalabilidade da ferramenta. E por último, o Roblox utiliza de uma linguagem de programação mais alto nível, o que permitia um desenvolvimento mais facilitado para a toda a equipe e para futuros membros.

Roblox é uma plataforma de criação e compartilhamento de jogos multiplataforma que usa simulação de física como principal meio de interação entre os inúmeros usuários que interagem nos jogos *multiplayer* [15]. O Metaverso construído usando Roblox permite que os usuários criem seus próprios mundos e avatares, usando a moeda virtual, Robux, como moeda de troca entre itens e outros serviços compartilhados entre as inúmeras experiências criadas [16] [17]. Os usuários dentro do Roblox podem formar grupos. E esse grupo cria os jogos, que são conhecidos dentro da plataforma como experiências.

No primeiro trimestre de 2023, 55% desses usuários possuíam mais de 13 anos. Dos usuários de 17 a 24 anos, que correspondiam a 22% do total, o crescimento foi de 35% comparado ao ano anterior [18]. Com a maioria de seus jogadores usando dispositivos móveis, cerca de 78% [19]. A plataforma oferece aos seus usuários diferentes ferramentas para a construção de diferentes tipos de experiências, como a construção de mundo virtual ou simples jogos casuais [20]. A principal ferramenta para essas construções é o Roblox Studio [21] onde os jogos, plugins e UGCs são criados para serem compartilhados entre outros jogadores ou vendidos.

Para os desafios escolhidos, podemos trazer duas propostas. Uma sobre as tecnologias criadas e fornecidas pelo Roblox, para dar suporte ao ambiente *multiplayer* aos jogadores e permitir a criação das experiências pelos desenvolvedores. A outra é o oferecimento de métodos de monetização que podem ser usados pelos criadores de conteúdo dentro das plataformas.

4.1 Tecnologias

Podemos dividir as tecnologias presentes no Roblox de duas maneiras. Um outro grupo de tecnologias que compõem a infraestrutura de serviços do Roblox ativos 24h/7d ao redor do globo. E outro grupo de tecnologias usadas pelos usuários na construção das experiências e dos conteúdos comercializados dentro do ambiente do Roblox. A escolha e a manutenção desses serviços é importante pois são 18.000 servidores e 170.000 containers ativos ao redor do mundo [10].

4.1.1 Tecnologias da Infraestrutura do Roblox

Para dar suporte aos mais de 70 milhões de usuários diários ativos registrados em 2023 [11] ou permitir aos jogadores realizarem a compra de quase 1,6 bilhão de itens e acessórios nos primeiros três trimestres de 2023 [22], o Roblox usa uma computação distribuída globalmente. A possibilidade dos usuários terem fisicamente a computação dos jogos próximos permite a melhor experiência na gameplay e na redução da latência [10]. Para ter esse alcance, o Roblox usa um modelo de nuvem híbrida: desenvolvendo uma nuvem própria (em nível de hardware e software) e usando serviços de nuvem de terceiros [23].

A nuvem do Roblox permite flexibilidade necessária para criar serviços e usar designs de hardware específicos que fortalecem o que fazemos. Desde um novo design de processador, algumas novas arquiteturas de memória podem ser ativadas ou não no hardware. Já os provedores de nuvem são vantajosos para aumentar a computação, fazer experimentação de serviços ou como complemento de serviços específicos [23]. A flexibilidade de utilizar as duas abordagens permite uma economia de custos e o foco do desenvolvimento do que é importante para os jogadores.

Então, para montar essa infraestrutura comentada acima, foi escolhida a abordagem de serviços centralizados, configuráveis e com controle de segurança em todas essas comunicações e dados. Sendo importante a escalabilidade rápida e suporte a padrões de design definidos internamente [23]. As tecnologias da HashiCorp, como o *Nomad*, *Consul* e *Vault*, foram escolhidas para executar esses requisitos.

O *Nomad* fornece gerenciamento de contêineres e orquestração do sistema, permitindo flexibilidade de escolha dos padrões de design e sistemas em containers

reconfiguráveis dinamicamente. O *Consul* fornece a descoberta e escalonamento de serviços e o uso de princípios chave-valor, permitindo um cache para respostas rápidas a requisições das configurações. E o *Vault* fornece o gerenciamento de segredos, utilizando do dinamismo para criar segredos seguros e práticos para uso nas infraestruturas internas e externas [23].

Para acompanhar a confiabilidade de toda essa infraestrutura global, uma série de ações são executadas periodicamente para medir o estado dos serviços. Dados são obtidos passivamente, através de relatórios de erros e instabilidade obtidas por estatísticas de dispositivos, métricas de erro [24] e uma medição ativa da rede transmitindo regularmente sondas sintetizadas através de uma malha de nós, seguidos de avaliações de riscos contínuas e priorização das falhas reportadas pelos relatórios gerados [25].

4.1.2 Tecnologias usadas pelo desenvolvedor

Para desenvolvedores construírem e disponibilizarem diferentes produtos nos Metaversos, as empresas disponibilizam ferramentas para isso. A ferramenta do Roblox é o Roblox Studio: o ambiente onde o desenvolvedor cria as experiências que outros jogadores poderão jogar e a criação de ferramentas usadas internamente para acelerar o desenvolvimento.

O Roblox Studio oferece a visualização do ambiente 3D, em que os desenvolvedores criam suas experiências e para cada uma, seu conjunto de cenários (conhecidos como locais). Os locais são a representação física de cada experiência e é onde os desenvolvedores podem criar e importar diferentes conteúdos para povoarem as experiências como: modelos 3D, imagens, áudio, textos e animações [21]. E são nessas áreas que as instâncias dos avatares aparecem, quando os jogadores entram nas experiências.

Todas as experiências são representadas por modelos de dados [26]. Eles contém toda a hierarquia de dados que compõem o local da experiência: os elementos 3D, Partículas, Iluminação, locais que armazenam os dados e todos os elementos que correspondem ao lado dinâmico das experiências, como scripts e animações. Esses modelos representam o estado da experiência e são usados para simular o que vemos no device dos jogadores.

Esses dados possuem diferentes funções, permissões de acesso, sendo alguns somente acessíveis pelos scripts do cliente, outros somente pelo lado do

servidor e um grupo responsável pela troca de informações entre os dois lados [27]. Quando uma experiência é selecionada para ser iniciada, toda a arquitetura do jogo é montada para que os dados sejam direcionados para seus respectivos destinos [28].

O Roblox usa um modelo Cliente-Servidor [28]. No servidor é onde todo o estado a experiência é mantida, desde o momento que é executado para receber o primeiro jogador até seu desativamento, quando não existem mais jogadores no servidor. Além disso, o servidor é responsável pela sincronia dos jogadores e seus dados. No cliente, uma cópia de alguns dados do servidor são trazidos e renderizados dinamicamente, junto com a inicialização de dados que são somente feitos no lado do jogador, como as ferramentas, inventários e scripts do cliente.

E para implementar essas programações, a linguagem de programação usada é Luau [29], uma linguagem derivada de Lua, sendo pequena, não compilável, flexível e com inferência de tipos [30] para rodar no cliente de outros *players*. Isso permite que todas as estruturas no Roblox possam ter código embutido. Existem dois tipos de scripts, um focado em rodar no cliente e um no servidor. A diferença principal está no nível de acesso de serviços e APIs do Roblox e a segurança contra scripts maliciosos.

4.2 Monetização

O desenvolvimento dos primeiros universos do Roblox foram diretamente relacionados aos próprios usuários que estavam interessados em somente criar novas experiências para seus amigos explorarem. Mas o ecossistema do Roblox começa a ganhar um engajamento maior de outros desenvolvedores quando foram criados métodos de monetização, disponibilizando o uso do Roblox Studio para configurar e publicar conteúdos comercializáveis. Podemos agrupar as formas de monetização em quatro grupos. A monetização dos serviços do Roblox, das experiências, de plugins e de itens para avatares [31][32].

Para as monetizações relacionadas aos serviços do Roblox temos por exemplo: anúncios imersivos e Roblox Premium. Os anúncios imersivos são anúncios de anunciantes distribuídos pelo próprio serviço do Roblox reproduzidos dentro das experiências, normalmente de forma estática em painéis renderizados nos mundos 3D. Já o Roblox Premium é um modelo de pagamento recorrente

mensal do próprio Roblox, onde o usuário possui desconto em itens exclusivos, ganho de Robux mensais e benefícios dentro de experiências que habilitam essa funcionalidade [32].

A monetização das experiências, temos por exemplo: Servidores privados, Produtos do desenvolvedor e Passes. É um pagamento recorrente para ter acesso particular de uma experiência, podendo ter acesso antecipado a funcionalidades liberadas ou jogos particulares com outros jogadores. Produtos do Desenvolvedor são itens consumíveis ou habilidades compradas mais de uma vez, como por exemplo o ganho de um número específico de poções. Já o Passe é uma compra única, que fica registrada no jogador, concedendo privilégios dentro da experiência, como por exemplo, ganhar uma invulnerabilidade permanente a um tipo de inimigo [32].

Os Plugins são recursos criados e disponibilizados pelos próprios desenvolvedores no ecossistema do Roblox, para serem usados como ferramentas que auxiliam o desenvolvimento das experiências. Os plugins que permitem criação de animações complexas para os avatares, que facilitam o gerenciamento e suporte do save dos jogadores ou que facilitam a modelagem de terrenos ou criação de UIs exemplos de recursos disponíveis gratuitamente ou usando Robux.

E o modelo de monetização que possui maior relevância para os usuários é a venda de itens vestíveis na loja do Roblox [22]. São vestimentas 2D (mapeamento das normais), acessórios 3D e vestimentas que se moldam no corpo do avatar (as Layered Clothes). Por possuir um público majoritariamente da Geração Z, o Roblox foi adotado como um espaço onde os usuários podem se expressar usando seus avatares. Essa customização não só na roupa, mas definição do corpo, cabelos, colorações e as diferentes formas de expressão não verbal como danças e *emoticons*.

No ano de 2023, por exemplo, um total de 165 bilhões de atualização de avatar foram registrados [22]. Muitos desses que podem ser enxergados na realidade física, onde essas mesmas pesquisas realizadas pelo próprio Roblox, trouxeram que um grupo relevante de usuários traziam as inspirações de estilos dos seus avatares para o mundo real e que também consideraram comprar roupas de marca após usarem nos seus avatares. Para o desenvolvedor não só os diferentes métodos de monetização são importantes, mas as taxas e comissões dos conteúdos a serem vendidos desenvolvidos. Existem taxas a serem pagas pelo desenvolvedor

para a submissão de itens. Sobre as comissões, dependendo do tipo de item vendido e em que ambiente foi realizada essa venda.

As receitas dos itens são divididas entre o Roblox, o criador do item e o vendedor do item. Atualmente as proporções seguem esses valores 30% para o Roblox, 40% para o vendedor e 30% para o criador. Essa divisão em 3 participantes é importante pois influencia na forma como os desenvolvedores devem encarar as comissões. Por exemplo, itens vendidos na loja do Roblox fazem com que o criador do item só receba 30%. Agora, se o item for vendido dentro de uma experiência que foi criada pelo desenvolvedor, ele receberá 70% do valor do item vendido [33].

Essas taxas sofrem mais alterações quando itens são mais complexos, como os itens limitados. Além de terem requisitos mais detalhados para sua produção, existe a possibilidade de revenda dos itens pelos comprados, também seguindo requisitos limitadores, como por exemplo, tempo mínimo para revenda. As taxas para os itens limitados revendidos se comportam dessa forma: 30% para o Roblox, 50% para o revendedor, 10% para o criador e 10% para o vendedor [33].

5. Pesquisa-ação

Para o trabalho utilizamos a metodologia *Action Research*, conhecida como Pesquisa-ação. Por definição trata-se de uma metodologia que combina a pesquisa acadêmica com ação prática, que *“ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado e é limitada pelo contexto e pela ética da prática”* [39]. Desta forma, tal metodologia correspondeu ao nosso objeto de estudo, pois, responde a um ciclo de quatro fases que se assemelha ao ciclo de desenvolvimento de um jogo. As quatro fases da metodologia em questão são: Planejar, Agir, Descrever e Avaliar.

Na etapa de pesquisa e planejamento, fizemos um levantamento do estado da arte, criamos um questionário para coletar as impressões da equipe e consultamos o GDD do jogo da Maniblox. Na etapa de ação, fizemos parte de todas as fases do ciclo de desenvolvimento do jogo DPA (Detetives do Prédio Azul), onde utilizamos das nossas experiências prévias para desenvolver jogos nesta nova plataforma e mapeamos as dificuldades encontradas.

O trabalho foi desenvolvido com base no conhecimento do que é o Metaverso para a criação de jogos. Fizemos um levantamento dos desafios que encontramos desenvolvendo no Roblox e o que a literatura acadêmica trazia sobre desenvolver

no Metaverso. Com esses desafios dispostos, fizemos a seleção de alguns que se enquadram melhor para nossa área de atuação e que tivéssemos tempo para trabalhar nesse trabalho. Para verificarmos se essas soluções funcionam no processo de desenvolvimento de um jogo, coletamos dados e observamos a criação de um dentro da Maniblox.

Usamos quatro fases de desenvolvimento de jogos que a Maniblox utiliza e aplicamos no desenvolvimento do jogo DPA Oficial (Detetives do Prédio Azul). Uma análise qualitativa foi realizada por meio do conteúdo das observações e dos documentos da equipe. Para cada desafio levantado, escolhemos critérios para serem respondidos, levantando os pontos positivos e negativos. Os resultados da análises foram apresentados nos últimos capítulos, que incluem uma discussão dos principais achados e recomendações para o desenvolvimento de jogos para o Roblox.

O jogo DPA foi inspirado no programa infantil da Gloob, que acompanha detetives mirins que investigam mistérios no prédio onde moram enquanto convivem com seus vizinhos. No jogo, os usuários se tornam detetives que devem resolver mistérios cooperativamente coletando pistas dentro do cenário do prédio Azul. Os mistérios são apresentados sequencialmente para todos que queiram se integrar nele. Caso não queiram resolver os mistérios, podem visitar o prédio, customizar seus clubinhos e se desafiar nas áreas de plataformas. É uma experiência com mais de 3.8 milhões de visitas registradas.

O acompanhamento do projeto seguiu por quatro fases. O número de fases do ciclo de desenvolvimento pode variar a depender do escopo do projeto, da empresa e de sua finalidade [34] [35]. A Maniblox agrupou algumas fases, resumindo em: *Concepção*, *Produção*, *Lançamento* e *Operação*. Outro ponto importante de se diferenciar é que as fases comumente levantadas.

5.1 Concepção

Aqui temos o início do planejamento do projeto, onde são apresentados os conceitos do projeto e como seu *design* irá funcionar. São propostas as referências de jogos e o que será necessário para dar início ao projeto. Todas essas informações, assim como as mecânicas presentes no jogo, enredo, modelos de monetização, arquitetura do projeto e outros elementos são agrupadas em algo

chamado de GDD (Documento de Game Design, tradução nossa). O GDD funcionará como base para as próximas fases, não servindo unicamente como consulta, mas sofrendo alterações sempre que necessárias, a depender do que for encontrado no desenvolvimento do projeto.

Como o projeto DPA se encontra na fase de Operação, fizemos uma análise retroativa do projeto, utilizando o GDD da época junto ao atual e o histórico de atividades, para termos informações sobre como o Roblox seria utilizado. O conceito inicial do projeto é apresentar para os jogadores do Roblox a propriedade intelectual do DPA, trazer os fãs do programa para virarem detetives, interagirem com várias personagens do programa enquanto resolvem mistérios.

O fluxo principal dentro do jogo é a formação de times, com as mesmas capas usadas pelos detetives do programa, resolvendo os mistérios que estão espalhados pelo prédio, em forma de pistas. As pistas coletadas ajudarão a encontrar as evidências necessárias para resolver os mistérios e após resolvidos, ganharão recompensas para customizar seus clubinhos.

Um dos objetivos é que esse ambiente imersivo com cenário, moradores do prédio e mistérios possam criar um ambiente lúdico que possibilite a interpretação de papéis, algo encontrado em outras experiências do Roblox, muito identificado pelo público mais jovem que procura se expressar e interagir utilizando seus avatares e as formas de comunicação que o Roblox possui, tanto em texto como por voz.

Além do fluxo principal do jogo, propomos outras mecânicas de interação dos jogadores, para públicos que não só se vincularam aos mistérios e o contexto do DPA. O Obby é um estilo de jogo de pista e obstáculos, no qual os jogadores devem andar por plataformas desafiantes até chegarem à linha de chegada, sem caírem das plataformas. Outra mecânica proposta é a de customização. Como os jogadores possuem times e um clubinho, o jogador poderá utilizar o dinheiro que ganha ao resolver os mistérios para comprar itens e customizar seu próprio clubinho.

5.2 Produção

A fase de produção é considerada uma das mais longas antes do lançamento do projeto. É nela onde todos os conceitos e mecânicas são implementados e testados. Cada entrega feita dentro dessa fase possui objetivos definidos como uma

funcionalidade nova, um balanceamento na dificuldade ou uma proposta de interface de usuário, por exemplo. São com esses testes que o time verifica se o que foi planejado na fase anterior está funcionando ou se está enfrentando dificuldades técnicas. Dependendo do que for verificado, o que foi planejado precisa ser revisto para se enquadrar à nova situação ou passar por polimentos.

O Roblox Studio é a principal ferramenta de criação de experiências. Como o Roblox já fornece ao usuário todas as mecânicas básicas de movimentação e câmera de um avatar, precisávamos criar em torno do jogador os cenários e os scripts de interação para o jogo funcionar como planejado. Para facilitação da programação, utilizamos um *framework* chamado *Knit*, que permitiu a abstração do desenvolvimento no Roblox, simplificando a criação de recursos necessários para as comunicações entre cliente e servidor [36].

Também se fez necessário usar um versionamento de código externo, pois iríamos criar nossos próprios módulos serviços internos, compartilhadas entre outros jogos. Para a criação de modelos 3D mais complexos, como plantas, itens de cenário e os itens que são vendidos na loja do Roblox, utilizou-se de ferramentas externas e comuns no desenvolvimento de jogos 3D, como o Maya e o Blender para modelagem e o Substance para texturização desse modelos.

O Roblox Studio funciona como uma ferramenta 100% online, permitindo aos desenvolvedores alterarem os cenários ou scripts simultaneamente. Elas agilizam o desenvolvimento e o teste do jogo, pois o editor permite a criação de servidores de teste e que outros possam participar. Esses testes não precisam ser feitos somente no Editor, o Roblox disponibiliza a publicação de forma privada, para que integrantes do grupo possam testar versões prévias, usando qualquer dos executáveis disponíveis (computador ou em celulares, por exemplo).

Por ser um jogo em serviço, focamos nessa fase no que seriam as mecânicas principais do jogo: a exploração do prédio Azul, a resolução dos mistérios usando as evidências geradas pelas pistas espalhadas no cenário e uma customização básica do clubinho do jogador. Os mistérios possuem um cronômetro para serem finalizados pelos times e aqueles que concluírem no tempo, recebem as recompensas. Utilizamos de avaliações semanais do nosso produtor como base para entendermos melhor o que poderia ser priorizado na semana além de sessões de *gameplay* com o time.

5.3 Lançamento

Nessa etapa temos o time de marketing por dentro do jogo, pois nessa etapa são feitos os preparativos de materiais publicitários que serão usados pré e no lançamento do jogo. Temos uma movimentação maior nas mídias sociais, produção de vídeos e reportagens e qualquer outro material que possa atrair visibilidade para o projeto. Os últimos detalhes técnicos do jogo são concluídos, desde uma lista prioritárias de bugs, como polimentos e otimizações. Essa é a fase que define a finalização da fase de desenvolvimento do projeto e prepara as últimas etapas necessárias para a fase de operação funcionar.

Para o DPA, como uma propriedade intelectual focada no público brasileiro, precisávamos direcionar a comunicação para ele. A página inicial do jogo com seus banners e descrições precisam referenciar os temas presentes na produção televisiva. Por ser um ambiente de alcance de milhões de usuários, também precisávamos entender como funciona a comunicação visual do Roblox. Para isso, analisamos as principais referências na plataforma para criarmos o visual que possa também atrair um público que não conhece o DPA.

Muitos dos jogos da plataforma não utilizam só o Roblox como comunicação com o público, utilizando as mídias sociais e grupos como Discord como fonte de engajamento direto. Antes do lançamento, fizemos vídeos do jogo, procurando apresentar aos jogadores o que estavam esperando deles. Essa é uma grande forma de iniciar a comunidade, pois estando presente nas mídias sociais, as próprias redes do DPA puderam impulsionar o material do jogo, para o público ver a nossa presença na plataforma.

Também é nessa etapa que temos as últimas correções no jogo e o polimento em mecânicas. Também é nela que começamos o planejamento e priorização das próximas mecânicas que faremos após o lançamento. Por ser um time com somente um programador até o momento, as funcionalidades e correções precisavam ser calculadas. A construção de novas mecânicas é importante de ser feita com a comunidade, pois traz um engajamento maior no que poderíamos fazer.

E para liberar o jogo para o público geral, seguiremos um fluxo semelhante ao de liberação privada para testes, mas agora, uma nova experiência é criada e essa sim será a pública, com todas as descrições e imagens atualizadas. Por ser um processo rápido, precisamos seguir protocolos antes de fazer a submissão de uma

nova versão para produção, como testes das principais mecânicas e atualização da versão. Também criamos variáveis de ambiente que são lidas dependendo de que experiência está sendo usada, permitindo que funcionalidades não concluídas ou configurações de testes não sejam executadas no ambiente de produção. Isso será mais comentado no próximo tópico.

5.4 Operação

Após o lançamento do jogo, esse é o momento onde a comunidade traz impacto para o desempenho e longevidade do jogo. É nela que problemas não identificados anteriormente pelo time aparecem e que vemos realmente como as mecânicas e histórias pensadas previamente estão funcionando com os jogadores. Para alguns modelos de jogos, essa etapa acaba sendo curta ou possuindo ciclos de atualização pontuais, como os DLCs. No entanto, os jogos MMO necessitam de um gerenciamento e processos específicos, precisam de elementos que mantenham a comunidade engajada e atrair novos jogadores. Promoções, eventos, expansões e mecânicas novas ou refeitas são utilizados para esses fins, ouvindo não só a comunidade como usando os dados obtidos pelas análises analíticas.

No caso do DPA, com o número de usuários crescendo e com um ambiente de comunicação direta com eles, tivemos a melhor situação para podermos medir os números do jogo. Inicialmente fizemos correções nos fluxos de tutorial e em bugs das mecânicas dos mistérios. Também tivemos um aumento do time, para trabalhar com novas mecânicas como a modelagem de novos itens, novas áreas para visitação e criarmos novos ambientes de *gameplay*, como o Obby.

O processo de operação seguiu um modelo similar ao que usamos para a produção e lançamento. Utilizamos avaliações internas e feedbacks da comunidade como ponto inicial e tínhamos nosso cronograma de submissão para produção. Inicialmente a ideia era termos toda semana uma nova versão publicada, com pelo menos um novo conteúdo de mistério e correções. Com o aumento da equipe, as entregas de novos conteúdos e o desenvolvimento de funcionalidades mais complexas foi paralelizado de uma melhor forma.

Mas não são a correção e adição de mecânicas foram feitas, também refizemos e removemos funcionalidades que v amos que geravam um gargalo na retenção do jogo. O processo de resolução de mistérios estava muito longo, o que

era demonstrado pelo tutorial, com uma queda de usuários que iniciavam em comparação aos que terminavam. Fizemos vários testes de diferentes fluxos de mistério, até chegar em uma que possuía um fluxo mais simplificado para o jogador. Outra mecânica que focamos em alterar foi a de customizar o clubinho, permitindo que o jogador movesse e ganhasse itens repetidos. Parte dessas decisões de alterações vieram dos dados analíticos, pois víamos redução do tempo de sessão ou retenção de jogadores.

Nesse meio tempo, estudamos e implementamos formas de monetização do jogo. Fizemos testes em outros jogos da empresa e começamos a trazer para o DPA. Desenvolvemos UGCs de conteúdos licenciados, vendendo no mercado da plataforma ou na experiência. Utilizamos de venda de consumíveis, que são produtos comprados com Robux, com eles os jogadores ganham pacotes de moedas para comprar itens de customização do cenário. Adicionamos publicidade dentro do jogo e nos integramos ao sistema de inscrição premium, para os jogadores terem facilidades na resolução dos mistérios e criamos Passes para os jogadores terem novas habilidades durante o Obby.

Por ser uma fase mais longa após a produção do jogo, precisaríamos criar mais alternativas para manter o jogador por mais tempo e retornar ao jogo. Eventos temáticos como a copa do mundo, natal e carnaval foram feitos. Mistérios temáticos e alteração do cenário eram utilizados ao mesmo tempo que jogadores poderiam concorrer a ganharem UGCs limitados gratuitos, ao conseguirem coletar mais pistas. Todas essas iniciativas são divulgadas nas redes sociais e nos grupos, engajando a comunidade.

E todas essas iniciativas focadas em aumentar o tempo de sessão foram acompanhadas com mecânicas onde os jogadores poderiam falar e se transformar nos moradores, para que os momentos de atuação e interpretação dos jogadores pudessem ser mais variados e começamos. Já para os jogadores mais engajados nas conquistas, utilizamos os serviços de emblemas do próprio Roblox, concedendo emblemas visuais aos jogadores que completassem determinadas tarefas e sendo adicionadas automaticamente ao inventário do jogador. O interessante é que essa última mecânica acabou também sendo usada numa abordagem de alto nível, como em um metagame, como será comentado nos próximos capítulos.

6. Resultados

Utilizando o GDD do projeto e suas modificações progressivas, juntamente com os registros de alterações das versões do jogo publicado (utilizando os *commits* dos repositórios remotos e os registros manuais no canal interno do jogo) e o material publicitário produzido, percebemos que em cada fase, encontramos elementos e situações que poderíamos criar um processo avaliativo.

Para isso, utilizamos cada desafio e como eles são encarados em cada fase, criando critérios para serem respondidos pela equipe junto aos dados levantados. As respostas dos critérios foram postas em formato subjetivo e agrupadas pelo time, atribuindo classificação positiva ou negativa.

6.1 Natureza inerentemente *multiplayer*

Para esse desafio verificou-se os recursos disponíveis para a comunicação e interação dos usuários, incluindo assim a estabilidade e confiabilidade do serviço para milhões de usuários simultâneos ao redor do globo. As perguntas utilizadas e os resultados foram os seguintes:

1. **A plataforma oferece meios verbais ou não verbais de comunicação entre os jogadores dentro dos jogos?**
 - a. **Positivos:** Ao entrar no jogo, o jogador possui acesso a um chat e se o jogo possui a funcionalidade de voz ativa possui nível de acesso suficiente para usar voz, ele poderá falar. O Roblox também possui novas funcionalidades em implementação para reconhecimento facial [37] que possibilitará outro nível de expressão dos seus avatares.
2. **A plataforma oferece ferramentas para configuração dos jogos?**
 - a. **Positivos:** O Roblox possui um site com painéis e indicadores para cada grupo ou experiência que o desenvolvedor possuísse vínculo. Dependendo do seu nível de acesso, poderá checar dados analíticos do jogo, monetização e configurações gerais das experiências. Além disso, usando o Roblox Studio, tem acesso a configurações mais granulares, como o tipo de avatar básico do jogador, configurações da

física usada nas experiências e níveis de acesso a serviços do próprio Roblox, como por exemplo, a compra de itens de terceiro.

- b. **Negativos:** Os painéis possuem limitações para impulsionar jogos para regiões específicas, somente globalmente. Isso dificulta ações de marketing dentro do Roblox, para usuários que estão somente no Brasil. Conteúdos muito direcionados ao público brasileiro como o caso do DPA, pode não ser um atrativo rápido para jogadores de outras regiões, por exemplo.

3. **Existem formas de saber a disponibilidade/status do Roblox e comunicação sobre eventuais problemas encontrados?**

- a. **Positivos:** Possui uma página web que apresenta o status de vários serviços oferecidos pelo Roblox, tanto no nível dos usuários como do desenvolvedor, apresentando marcações claras do que foi verificado e quais ações foram executadas para resolução dos problemas [38]. Também notamos transparência em casos extremos, como foi a interrupção de serviços no ano de 2021, que durou mais de 70 horas, onde o time trouxe após a resolução dos eventos, os motivos e ações feitas para a resolução do problema [10].
- b. **Negativos:** Nas fases iniciais da operação, passamos por situações raras de indisponibilidade do serviço. Como o serviços são compartilhados ao nível do desenvolvimento com os de produção, ficamos por períodos de horas e alguns casos de dois dias sem acesso ao Roblox Studio, o que dificultou o desenvolvimento nesses casos.

6.2 O Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição

Para esse desafio foi verificado quais as ferramentas oferecidas pelo Roblox para a construção do Metaverso delas, sua facilidade de uso e de distribuição do seu conteúdo dentro da sua plataforma. As perguntas utilizadas e os resultados foram os seguintes:

1. **A plataforma oferece ferramentas necessárias para o desenvolvimento de um jogo *multiplayer*?**

- a. **Positivos:** O Roblox Studio, o editor principal para desenvolvimento, além de oferecer os recursos mínimos necessários para se criar um jogo, também oferece as estruturas de dados que permitem comunicação cliente-servidor, uma das utilizadas em jogos *multiplayer*. Além disso, o próprio editor permite ao executar o jogo, que outros usuários que estejam com o editor aberto, possam entrar no jogo simulado, para poderem testar as últimas alterações. Os serviços usados pelo Roblox também permitem criar banco de dados exclusivos para cada experiência, criando assim mecânicas de compartilhamento de informação, como criar um ranqueamento de jogadores em uma partida, por exemplo.
- b. **Negativos:** O processo de moderação de conteúdo enviado para a plataforma durante a implementação pode ser punitiva. Arquivos que não correspondem às diretrizes do Roblox poderiam bloquear desenvolvedores ou até excluir permanentemente contas, mesmo que os arquivos não fossem intencionalmente problemáticos. Outro ponto negativo é que jogos que não tenham vínculo direto com o avatar, como interações mais complexas na UI (O uso de raycast na UI ou máscaras na interface) ou mecânicas que não primariamente com avatares ou câmera em terceira pessoa são dificultadas.

2. A plataforma oferece ferramentas e recursos que facilitam a colaboração entre os membros de uma equipe de desenvolvimento?

- a. **Positivos:** O desenvolvimento de forma síncrona no Roblox Studio permitiu aumentar a velocidade em testes e implementação de novas funcionalidades (o trabalho em conjunto de programadores com Game Designers e artistas é facilitada, pois correções e balanceamentos ficaram mais rápidos, por exemplo). O editor também possui indicadores claros para dizer em que modelo e script o jogador está e possui um chat interno dentro do editor. O editor possui modelos de dados que funcionam como variáveis primitivas, como *boolean*, *float*. Esses modelos de dados que são componentes, elementos que podem ser arrastados e copiados facilmente pela interface, permite que desenvolvedores não programadores trabalhem diretamente dentro do jogo, alterando valores sem necessitar da ajuda do programador.

- b. **Negativos:** A colaboração é prejudicada quando elementos como scripts ou modelos, usados de forma compartilhada entre funcionalidade, são alterados por outros desenvolvedores para outros fins. Essas mudanças podem provocar erros na execução no editor de outras pessoas do time, afetando o desenvolvimento. O versionamento de código que o Roblox possui internamente não é funcional como esperado, pois os scripts são versionados individualmente, o que torna complicado acompanhar o número de alterações, seus executores e que outros arquivos foram alterados pelos mesmo propósitos. Usando o mesmo raciocínio, o versionamento do mundo 3D não funciona como o esperado, pois como todas as alterações são sincronizadas automaticamente, alterações não percebidas em elementos do mundo, como o simples mover de arquivo para outro cenário pode resultar em um jogo quebrado.

3. A plataforma oferece as ferramentas necessárias para a publicação dos jogos?

- a. **Positivos:** Por ser uma ferramenta que utiliza os mesmos serviços remotos, cria um fluxo facilitado para a distribuição do jogo, pois todos os processo de moderação de conteúdo, uso de serviços de monetização são tratado internamente pelo editor, reduzindo drasticamente problemas de publicação, comparado a jogos desenvolvidos fora do Metaverso. Outra funcionalidade que o Roblox tem que facilita todo o fluxo de publicação é o de reversão de versão. Dessa forma, caso encontremos problemas graves na versão publicada, podemos simplesmente reverter para um estado anterior, enquanto procuramos soluções.
- b. **Negativos:** O Roblox não dá ferramentas fáceis para os desenvolvedores testarem versões públicas novas dos seus jogos. Isso é importante, pois após a publicação, o desenvolvedor pode forçar fazer uma migração completa de todos os servidores para mais atualizados. No entanto, sem um teste prévio, ficaria arriscado. Atualmente, somente um servidor gratuito é fornecido ao usuário como um todo, mesmo ele sendo programador do jogo. Após isso, precisa pagar mensalidade para ter acesso a um único servidor próprio.

6.3 O Metaverso como plataforma de desenvolvimento e distribuição

Para esse desafio procurou-se identificar que métodos de monetização o Roblox oferece para os criadores de conteúdo e acompanhar o desempenho desses métodos. As perguntas utilizadas e os resultados foram os seguintes:

1. A plataforma oferece múltiplas opções de monetização dentro do jogo ou na sua loja virtual?

- a. **Positivos:** Usando o painel de configuração da experiência, os desenvolvedores podem criar diferentes tipos de itens para venda, não só na própria loja do Roblox como dentro das experiências. Para itens que funcionam como customização do avatar, basta o jogador submeter os modelos que serão usados para ele usando as ferramentas de validação dentro do Roblox Studio. A submissão dentro do Roblox Studios é importante para a configuração do item da forma certa, além de permitir o teste prévio do item usando modelos de corpos variados.
- b. **Negativos:** O Roblox não possui uma ferramenta que possa esculpir modelos 3D, uma método mais usado para a criação de itens de avatar. Nesse caso, o jogador precisa de usar uma ferramenta externa para poder criar o item e após isso, submeter para avaliação. Como comentado em uma pergunta anterior, o processo de moderação do Roblox é muito punitivo. Tivemos um problema com a textura de um modelo de uma capivara e a conta do desenvolvedor quase foi excluída.

2. A plataforma oferece ferramentas para os criadores acompanharem seus ganhos e os meios usados para a monetização no decorrer do tempo?

- a. **Positivos:** Usando o painel de indicadores da experiência, o jogador pode acompanhar a evolução da venda dos itens pela linha do tempo. Pode filtrar os itens por categoria e tipo de venda, e visualizar as margens de subida e descida comparados a intervalos anteriores. Utilizando os dados obtidos, pode-se ver um padrão dos itens mais e

menos vendidos, inferindo os motivos, possibilitando criar um padrão de itens que podem ser replicados em outros tipos.

- b. **Negativos:** Não permitir salvar gráficos para realizar comparações sobre a receita ganha.

7. Recomendações

Diante da quantidade de respostas positivas aos critérios selecionados, é importante destacar que a empresa Maniblox já possuía experiência em desenvolver jogos. Mas, para o paradigma de desenvolvimento que o Roblox traz, em que o jogo é *multiplayer*, revela um desafio para uma equipe que já é experiente na área.

Para auxiliar o trabalho de futuros desenvolvedores que venham a trabalhar com Roblox, trazemos algumas recomendações para o uso dessas plataformas em próximas produções. Elas não se baseiam somente nos resultados dos desafios como em etapas interativas no ciclo de desenvolvimento do jogo. Vamos procurar agrupar as sugestões utilizando que possuem contextos e funções próximas, para facilitar a explicação.

7.1 Antes de iniciar

Uma das primeiras abordagens iniciais é a de que os desenvolvedores tenham uma conta extra do Roblox, com as mesmas permissões que a principal. Pois, em caso de um banimento ou suspensão repentina da Roblox, por qualquer regra em específica, é somente necessário logar com a outra conta e prosseguir, fazendo as alterações necessárias.

Outra sugestão é criar três tipos de experiências. Experiências são o que chamamos de jogos. Duas são privadas e uma pública. A pública será a de produção. Ela é a experiência principal, em que os dados dos jogadores serão mantidos e não teremos alterações. As duas privadas serão a de desenvolvimento e a da encenação. A de desenvolvimento é onde todos os testes são feitos, ela possui configurações particulares, somente para facilitar testes. Já a de encenação é uma simulação do ambiente de produção, fazendo uma encenação do que deveria estar acontecendo no de produção e que possa ser compartilhada com pessoas externas ao time, por ser considerada mais estável que a de desenvolvimento.

7.2 Desenvolvimento

Outro fator importante é criar mecânicas de *replay* de jogo simples no início do desenvolvimento do jogo. Isso minimiza tempo e etapas de tutorial e apresentará todos os elementos principais do jogo o quanto antes. E assim que a base estiver pronta, lançar para a comunidade. Esse lançamento é de extrema importância quando o jogo possuir serviços de analíticas configurados previamente, para o time acompanhar a evolução das alterações realizadas.

Trazer a monetização ainda na fase de desenvolvimento também é importante, para estimular a criação de produtos que sejam vendidos no jogo acompanhado de mecânicas que tenham vínculo com o produto vendido. Por exemplo, existe uma mecânica que o jogador ao terminar um nível do jogo, ele ganha moedas. Caso exista um produto que possa dar ao jogador o dobro das moedas, já tornará o produto com uma função dentro do jogo. E o crescimento da venda desse produto junto com os dados analíticos pode indicar mais informações para o desenvolvedor do que ele pode forçar para próximas etapas.

É importante criar módulos para funções repetitivas ou básicas para a execução dos seus jogos. Isso tornará mais fácil o compartilhamento do código para outros jogos do seu grupo, reduzindo a alteração para adicionar as novas funcionalidades.

7.3 Comunidade

Em termos de presença midiática, manter a comunidade atualizada sobre seu jogo. Atualizar a descrição, informações de novidades dentro do próprio jogo, informe nas suas redes sociais e em seus grupos de contato direto. Essas ações terão impacto para o crescimento da comunidade, principalmente se os fãs começarem a ser respondidos nas redes.

Outra forma de conectar a comunidade é trazer conectividade entre os jogos desenvolvidos pelos mesmos grupos. Como foi desenvolvido no DPA, utilizamos os emblemas conquistados pelos jogadores em diferentes experiências como requisitos para os jogadores utilizarem em uma experiência unicamente relacionada a itens de UGC. Essa experiência possui diferentes tipos de mecânicas relacionadas a esses itens de avatares, para instigar jogadores a navegarem e conhecerem outros jogos.

8. Considerações finais

O Metaverso é um ambiente de grande novidade para os dias atuais. Muitas tecnologias envolvidas estão sendo utilizadas e barateadas para serem usadas por mais usuários. Nesse meio tempo, é importante salientar que a participação dele para o fortalecimento e a construção dos Metaversos se faz importante. Mas para isso, o Metaverso tem que ser amigável com seu usuário, e muitas vezes, permitir que ele mesmo construa e se expresse nesse novo espaço.

Nesse sentido, o Roblox traz várias propostas que respondem a esses pontos. Ele permite que o usuário se expresse como avatar, e assim, se comunicar com outros jogadores ao redor do globo. E toda essa interação também vem com o próprio usuário construindo esse espaço. Quando o Roblox oferece as ferramentas para o jogador se tornar desenvolvedor, cria um ciclo que alimenta o próprio ecossistema do Roblox.

Para entendermos melhor porque o Roblox funciona como uma boa ferramenta para desenvolvimento de jogos, o trabalho trouxe uma lista de desafios encontrados no processo de criação de um Metaverso, e como o Roblox soluciona alguns destes itens. Utilizamos também a metodologia de pesquisa-ação para levantarmos informações sobre o que acontece nas fases do ciclo de desenvolvimento de um jogo e como os desafios são solucionados em cada fase.

Utilizamos esses dois tipos de informações coletadas para montarmos uma lista de recomendações direcionadas a desenvolvedores que estejam interessados em se aventurar no Metaverso do Roblox. O desenvolvedor que utilizar das recomendações e listagem de soluções terá mais informações para tomar a decisão se o Roblox seria ou não uma boa opção para ser utilizado.

Como levantamos muitos desafios, temos intenção de desenvolvermos em trabalhos futuros uma abordagem envolvendo mais desafios, desafios e escalar para um número maior de desenvolvedores, principalmente fora do eixo da Maniblox, para vermos que outras impressões e resultados podemos coletar. E com esse material, vamos trazer mais boas práticas para quem irá usar o Roblox para desenvolvimento de jogos.

9. Referências bibliográficas

- [1] M. Al. Abbas, K. Hairoladenan, M. Al. Naif and more. **A Review of Metaverse's Definitions, Architecture, Applications, Challenges, Issues, Solutions, and Future Trends**, 2022 - IEEE. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9966605>>. Acesso em 27 out. 2023.
- [2] Mystakidis, Stylianos. **Encyclopedia - Metaverse**. Encyclopedia, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [3] R. Jongseok, S. Seunghwan, L. Joonyoung and more. **Design of Secure Mutual Authentication Scheme for Metaverse Environments Using Blockchain**, 2022 - IEEE. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9889723>>. Acesso em 27/10/2023.
- [4] Barnard, Dom. **History of VR - Timeline of Events and Tech Development**. Virtual Speech, 2023. Disponível em: <<https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [5] HoloNext. **Metaverse 101: Understanding the Seven Layers of the Metaverse**. 2022. Disponível em: <<https://holonext.com/metaverse-101-understanding-the-seven-layers/>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [6] HoloNext. **How the Gaming Industry is Shaping the Metaverse?**. 2022. Disponível em: <<https://holonext.com/how-the-gaming-industry-is-shaping-the-metaverse>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [7] E. David, M. K. Sean, S. G. Alexander. **What is Web 3.0 (Web3)? Definition, guide and history**. Techtarget, 2023. Disponível em: <<https://www.techtarget.com/whatis/definition/Web-30>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [8] R. Jon. **The Metaverse Value-Chain**. Medium, 2021. Disponível em: <<https://medium.com/building-the-metaverse/the-metaverse-value-chain-afcf9e09e3a7>>. Acesso em 26 dez. 2023.
- [9] Vieira, Douglas. **7 grandes artistas que já fizeram shows no Roblox**. Tecmundo, 2023. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/voxel/261821-7-grandes-artistas-shows-roblox.htm>>. Acesso em 17 jan. 2024.

[10] Sturman, Daniel and more. **Roblox Return to Service 10/28-10/31 2021**. Roblox Blog, 2022. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2022/01/roblox-return-to-service-10-28-10-31-2021>>.

Acesso em 26 dez. 2023.

[11] B. David. **2023 Year in Review — A Letter From Our CEO**. Roblox Blog, 2023. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2023/12/2023-year-review-letter-ceo/>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[12] Maher, Jimmy. **The Road to IV.The Digital Antiquarian**, 2014. Disponível em: <<https://www.filfre.net/2014/07/the-road-to-iv/>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[13] Welsh, Oli. John Carmack and the Virtual Reality Dream. Eurogamer, 2012. Disponível em: <<https://www.eurogamer.net/john-carmack-and-the-virtual-reality-dream>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[14] Team Counterpoint. **Metaverse vs MMO Gaming: What will metaverse add to existing landscape**. Counter Point Research, 2022. Disponível em: <<https://www.counterpointresearch.com/insights/metaverse-vs-mmo-gaming-will-metaverse-add-existing-landscape>>. Acesso em 19 jan. 2024.

[15] Dredge, Stuart. **All you need to know about Roblox**. The Guardian, 2019. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/games/2019/sep/28/roblox-guide-children-gaming-platform-developer-minecraft-fortnite>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[16] Fennimore, Jack. **Roblox: 5 Fast Facts You Need to Know**. Heavy, 2017. Disponível em: <<https://heavy.com/games/2017/07/roblox-youtube-free-download-corporation-baszucki-cassel-nerfmodder/>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[17] Roblox. **Developer Exchange (DevEx) FAQs**. Disponível em: <<https://en.help.roblox.com/hc/en-us/articles/203314100-Developer-Exchange-DevEx-FAQs>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[18] Baszucki, David. **Our Vision for All Ages**. Roblox Blog, 2023. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2023/05/our-vision-for-all-ages>>. Acesso em 27 dez. 2023.

[19] Naceva, Nadica. **47 Amazing Roblox Statistics Revenue, Usage & Growth Stats**. Influencer Marketing Hub, 2023. Disponível em: <<https://influencermarketinghub.com/roblox-stats>>. Acesso em 27 dez. 2023.

[20] Roblox. **Roblox Company Information**. Disponível em: <<https://en.help.roblox.com/hc/en-us/articles/203313370-Roblox-Company-Information>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[21] Roblox. **Roblox Documentation: Introduction to Roblox Studio**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/tutorials/first-experience>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[22] W. Christina and B. Manuel. **Informações Sobre Nosso Relatório Mais Recente Sobre Tendências de Expressão Digital, Moda e Beleza**. Roblox Blog, 2023. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/pt-br/2023/11/informacoes-sobre-nosso-relatorio-mais-recen-te-sobre-tendencias-de-expressao-digital-moda-e-beleza-2>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[23] Cameron, Rob. **How We Used the HashiStack to Transform the World of Roblox**. Hashicorp, 2020. Disponível em: <<https://www.hashicorp.com/resources/how-we-used-the-hashistack-to-transform-the-world-of-roblox>>. Acesso em 6 fev. 2024.

[24] Covarrubias , Alberto. **Delivering Large-Scale Platform**. Roblox Blog, 2022. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2022/04/delivering-large-scale-platform-reliability>>. Acesso em 27 dez. 2023.

[25] Ponakanti, Praveen. **Network Packet Loss & Latency Monitoring on Roblox Cloud**. Roblox Blog, 2021. Disponível em: <[https://blog.roblox.com/2021/04/network-packet-loss-latency-monitoring-roblox-clou d/](https://blog.roblox.com/2021/04/network-packet-loss-latency-monitoring-roblox-cloud/)>. Acesso em 27 dez. 2023.

[26] Roblox Documentation. **Roblox Documentation: Data Model**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/projects/data-model>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[27] Roblox Documentation. **Roblox Documentation: Events**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/scripting/events>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[28] Roblox Documentation. **Roblox Documentation: Client-Server Runtime**. Disponível em:

<<https://create.roblox.com/docs/pt-br/projects/client-server>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[29] Roblox Documentation. **Roblox Documentation: Luau**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/luau>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[30] Roblox Documentation. **Type Inference in Luau**. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2021/05/type-inference-luau>>. Acesso em 26 dez. 2023.

[31] Roblox. **Roblox Developers Set to Earn Over \$100 Million in 2019**. Roblox Blog, 2019. Disponível em: <<https://corporate.roblox.com/2019/08/roblox-developers-set-earn-100-million-2019>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[32] Roblox Documentation. **Monetização Documentation**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/production/monetization>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[33] Roblox Documentation. **Taxas e comissões do mercado**. Disponível em: <<https://create.roblox.com/docs/pt-br/art/marketplace/marketplace-fees-and-commissions>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[34] Bramble, Ross. **THE SEVEN STAGES OF GAME DEVELOPMENT**. Disponível em: <<https://gamemaker.io/pt-BR/blog/stages-of-game-development>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[35] Piskunov, Egor. **Stages of Game Development | Your Guide On Game Development Process**. Disponível em: <<https://ilogos.biz/stages-of-game-development-your-guide-on-game-development-process>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[36] Knit Docs. **Knit Main Page**. Disponível em: <<https://sleitnick.github.io/Knit/docs/intro>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[37] Sachs, Ian. **Inside the Tech – Solving for Avatar Facial Expressions**. Roblox Blog, 2023. Disponível em: <<https://blog.roblox.com/2023/12/inside-tech-solving-avatar-facial-expressions>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[38] **Roblox Status**. Disponível em: <<https://status.roblox.com>>. Acesso em 3 mar. 2024.

[39] Tripp, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, 2005. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/ep/a/3DkbXnqBQqyq5bV4TCL9NSH/?format=pdf&lang=pt>>

Acesso em 17 mar. 2024.