

IPV - ESTGV |



Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

# Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Ao meu avô Magno



## RESUMO

O número de crianças com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) tem vindo a aumentar nos últimos anos. Essa condição condiciona-lhes o desenvolvimento de competências de comunicação e interação social, com conseqüente depreciação de funcionalidades e da qualidade de vida. As crianças com PEA, à semelhança das neurotípicas, parecem apreciar a tecnologia, incluindo videojogos, com tendência para se envolverem durante a experiência com esses meios. A perceção do ambiente seguro, confortável e confiável em que decorre a interação, potencia uma aprendizagem contínua e o desenvolvimento de habilidades relevantes para este público, em particular ao nível da comunicação. No entanto, a maioria das soluções existentes focam-se na vertente pedagógica, mantendo-se pouco explorados os benefícios que poderão resultar do recurso a videojogos puramente lúdicos, quando desenhados com estratégias que visem gerar melhorias nas capacidades comunicacionais e relacionais de crianças portadoras de PEA.

A principal contribuição subjacente a este projeto é, precisamente, o desenho e desenvolvimento de um videojogo que atenda às particularidades das crianças com PEA e que inclua estratégias promotoras de comunicação entre jogadores, mantendo sempre uma abordagem estritamente lúdica.

Pretende-se também que o videojogo possibilite a recolha de dados com valor científico, de forma a suportar estudos em curso e conseqüentes sobre a influência da experiência de jogo e a sua eficácia prática no relacionamento entre os jogadores e nas suas capacidades de interação e comunicação.

O videojogo concebido, intitulado *Bug Bzzness*, é multijogador e tem como enredo uma joaninha que procura e recolhe itens existentes no interior das flores plantadas no jardim. *Bug Bzzness* tem na sua génese o estímulo à proximidade e à interação entre os jogadores, evidenciando benefícios coletivos perante iniciativas de colaboração.

No desenvolvimento do videojogo adotou-se uma metodologia iterativa e incremental e atendeu a heurísticas e diretrizes de desenho de videojogos. Para a implementação foi usado o motor de jogos Unity. Optou-se por utilizar arte bidimensional (2D).

*Bug Bzzness* foi sujeito a experimentação com utilizadores do público-alvo e as observações revelaram perspectivas auspiciosas, incluindo relativamente à adoção da estratégia puramente lúdica. Foram testemunhadas reações relevantes, sugestivas de um impacto positivo do videojogo que são interpretadas como encorajador do avanço da investigação neste campo.

Por questões pragmáticas, o público-alvo cinge-se aos níveis de PEA em que as crianças detenham as capacidades intelectuais suficientes para a viabilização do próprio ato de jogar. Ainda, considerou-se que, nesta fase do projeto, seria relevante e possível não limitar a idade

das crianças a intervalo mais específico e, em vez disso, permitir que seja o estudo dos desenvolvimentos a revelar as faixas etárias em que as abordagens possam ser mais eficazes.

O presente projeto está enquadrado no Projeto de Investigação “Da Ludicidade do Videojogo ao Desenvolvimento Comunicacional da Criança com Autismo”, do Politécnico de Viseu (PROJ/IPV/ID&I/025). Neste contexto, o videojogo encaixa num propósito que extravasa o âmbito do presente relatório e as medidas do real alcance dos seus objetivos estão previstas num plano de atividades bastante mais extenso que o imposto pelo cumprimento dos prazos a que o trabalho aqui apresentado está sujeito.

## ABSTRACT

The number of children with autism spectrum disorder (ASD) has been increasing in recent years. This condition limits their development of communication and social interaction skills, with consequent impairment of functionality and quality of life. Children with ASD, similarly to neurotypical children, seem to enjoy technology, including video games, with a tendency to engage during their experience in these environments. The perception of a safe, comfortable, and reliable environment in which interaction takes place fosters continuous learning and the development of relevant skills for this public, particularly at the communication level. However, most of the existing solutions focus on the pedagogical aspect, and the benefits that may result from the use of purely playful video games, when designed with strategies aiming at generating improvements in the communicational and relational capacities of children with ASD, remain little explored.

The main contribution underlying this project is precisely the design and development of a videogame that considers the particularities of children with ASD and includes strategies for promoting communication between players, always keeping a strictly playful approach.

It is also intended that the videogame enables the collection of data with scientific value, to support ongoing and consequent studies on the influence of the game experience and its practical effectiveness in the relationship of the players and their interaction and communication skills.

The videogame is intended to allow the collection of data with scientific value to develop parallel studies on the influence of the game experience and its practical effectiveness on the relationship between players and on their interaction and communication skills.

The designed videogame, entitled *Bug Bzzness*, is multiplayer and has as plot a ladybug who seeks and collects items inside the flowers planted in the garden. *Bug Bzzness* has in its genesis the encouragement of proximity and interaction between players, showing collective benefits over collaborative initiatives.

In the development of the video game, an iterative and incremental methodology was adopted and met to heuristics and guidelines of video game design. Unity game engine was used for the implementation. It was decided to use 2D art.

*Bug Bzzness* was subjected to experimentation with users of the target audience and the observations revealed auspicious perspectives, including in relation to the adoption of a purely playful strategy. Relevant reactions were witnessed, suggestive of a positive impact of videogames that are interpreted as encouraging the advancement of research in this field.

For pragmatic reasons, the target audience is limited to levels of ASD in which children have sufficient intellectual capacity that allows them to be able to play. Also, the team decided that at this stage it would be relevant and possible not to limit the age of the children to a more

strict range and, instead, allow the analysis of developments to reveal the age ranges in which the approaches might be most effective.

This work is framed within the Research Project "*Da Ludicidade do Videojogo ao Desenvolvimento Comunicacional da Criança com Autismo*", of the Polytechnic of Viseu (PROJ/IPV/ID&I/025). In this context, the videogame fits a purpose that goes beyond the scope of this report and the measures of the real achievement of its objectives are foreseen in a plan of activities much broader than that imposed by the fulfilment of the deadlines to which the work presented here is subject.



## **PALAVRAS-CHAVE**

Perturbação do Espectro do Autismo

crianças

comunicação

interação social

videojogos

ludicidade

*Unity*



## KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder

communication

social interaction

videogames

playfulness

Unity



## AGRADECIMENTOS

Gostaria de aqui expressar a minha gratidão e estima a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta etapa do meu percurso académico que culmina com a concretização deste trabalho.

Em primeiro lugar, ao Professor Doutor Valter Alves, orientador deste trabalho, pelo companheirismo, espírito de equipa, apoio incansável e toda a atenção e disponibilidade que teve para conduzir este projeto.

Endereço os meus agradecimentos igualmente ao Professor Frederico Fonseca, pela motivação e contribuição constante para que este projeto fosse bem-sucedido, e particularmente pela orientação técnica que proporcionou.

Agradeço à Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu e especialmente ao corpo docente que compõe o Departamento de Informática, pelo papel essencial que tiveram na minha formação e educação, que permitiu a minha aptidão para hoje concluir este curso.

Agradeço à minha companheira Andreia, por me apoiar e incentivar em todos os sentidos, assim como pela paciência durante este percurso que foi solitário e, por vezes, egoísta.

Por último, mas não menos importante, aos meus pais, agradeço o carinho, apoio e compreensão pela minha ausência para que pudesse estar dedicado a este projeto.

Bem-haja a todos.



## TABELA DE CONTEÚDOS

TABELA DE CONTEÚDOS .....	xiv
LISTA DE FIGURAS .....	xvi
LISTA DE TABELAS .....	xviii
ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xx
1. Introdução .....	1
1.1 Pertinência.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Especificações .....	4
1.4 Metodologia .....	5
1.5 Limitações do Trabalho Realizado .....	8
1.6 Estrutura do Documento .....	8
2. Fundamentos Teóricos e Tecnológicos.....	11
2.1 Perturbação do Espectro do Autismo.....	11
2.2 Autismo e Tecnologias.....	14
2.3 Autismo e Videojogos.....	15
2.4 Criação de Videojogos .....	21
3. Videojogo <i>Bug Bzzness</i> .....	25
3.1 Conceito .....	26
3.2 Enredo .....	28
3.3 Personagens.....	32
3.4 Movimentação.....	33
3.5 Sistema de Localizadores.....	34
3.6 Arte.....	37
3.7 Interface Gráfica .....	38
3.8 Som .....	46
3.9 Classificação Etária.....	48
3.10 Aspetos Técnicos da Implementação.....	48

3.10.1	Ambiente de Desenvolvimento .....	48
3.10.2	Arranque das Sessões .....	51
3.10.3	Execução das Sessões.....	54
3.10.4	<i>Sprites</i> e Animações .....	57
3.10.5	Controlos .....	59
3.10.6	Modo Multijogador.....	60
3.10.7	Visão do Jogador .....	62
3.10.8	Plataformas Suportadas .....	63
4.	Experimentação .....	65
5.	Trabalho Futuro .....	71
6.	Conclusões.....	73
	Referências .....	75
	Anexo 1.....	85
	Histórico de Versões.....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Metodologia de desenvolvimento adotada.....	7
Figura 3-1: Personagens de jogo.....	28
Figura 3-2: Mundo de jogo de <i>Bug Bzzness</i> .....	29
Figura 3-3: Joaninhas a recolher itens.....	30
Figura 3-4: Joaninhas a recolher itens em conjunto.....	30
Figura 3-5: Espécies de flores.....	31
Figura 3-6: Itens recolhíveis sobre as flores.....	31
Figura 3-7: Sequência de animação de caminhar.....	32
Figura 3-8: Joaninha em voo.....	32
Figura 3-9: <i>Joystick</i> virtual de controlo da personagem.....	34
Figura 3-10: Ângulos de movimento da personagem.....	34
Figura 3-11: Localizador de outra joaninha.....	35
Figura 3-12: Localizadores de flores descobertas.....	36
Figura 3-13: Sistema de localizadores.....	36
Figura 3-14: Posicionamento dos objetos em planos.....	38
Figura 3-15: Fluxograma para início de jogo.....	39
Figura 3-16: Menu inicial.....	40
Figura 3-17: Janela de criação de um mundo.....	41
Figura 3-18: Mensagem de ligação à sessão.....	41
Figura 3-19: Início do jogo.....	42
Figura 3-20: Inventário do jogador.....	43
Figura 3-21: Informação do jardim.....	43
Figura 3-22: Diálogo para abandono do mundo (vista de um jogador convidado).....	44
Figura 3-23: Fluxograma para abandono do mundo.....	45
Figura 3-24: Menu de controlo de sons.....	46
Figura 3-25: Rótulo PEGI 3 da classificação etária.....	48
Figura 3-26: Projeto no editor do <i>Unity</i> .....	50
Figura 3-27: Estrutura de pastas no <i>Unity</i> .....	51
Figura 3-28: Fluxograma de iniciação do jogo.....	52
Figura 3-29: Posicionamento de flores estáticas.....	54
Figura 3-30: Organização dos itens sobre uma flor.....	56
Figura 3-31: <i>Sprite Sheet</i> de joaninha.....	58
Figura 3-32: <i>Sprite Sheet</i> de um item recolhível.....	58
Figura 3-33: <i>Animator Controller</i> da personagem.....	59
Figura 3-34: <i>Input Actions</i> para configuração dos controlos da personagem.....	60
Figura 3-35: <i>Dashboard</i> Photon Realtime.....	61
Figura 3-36: Componentes de <i>network</i> do <i>GameObject</i> aplicados à personagem.....	62

Figura 3-37: Posicionamento da câmara que acompanha a personagem .....	63
Figura 3-38: Janela de configurações de plataformas suportadas .....	64
Figura 4-1: Alteração da velocidade de recolha (exemplo do item rosa).....	68
Figura A-1: 1. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	85
Figura A-2: 2. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	86
Figura A-3: 3. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	86
Figura A-4: 4. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	87
Figura A-5: 5. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	87
Figura A-6: 6. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	88
Figura A-7: 7. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	88
Figura A-8: 8. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	88
Figura A-9: 9. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	89
Figura A-10: 10. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	89
Figura A-11: 11. <sup>a</sup> versão do videojogo .....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Distribuição de espécies de flor .....	53
Tabela 3-2: Parâmetros de reciclagem de espécies de flor .....	55
Tabela 3-3: Disponibilidade de tipo de item por espécie de flor .....	55
Tabela 3-4: Velocidade de recolha por tipo de item .....	56
Tabela 3-5: Combinações de itens recolhíveis por espécie de flor .....	57



## ABREVIATURAS E SIGLAS

DSM-5	Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais 5. <sup>a</sup> edição, em inglês, <i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>
MLAPI	Mid-Level Application Programming Interface
PEA	Perturbação do Espectro do Autismo
RRB	<i>Restricted and repetitive behavior</i>
SGDD	<i>Short Game Design Document</i>



# 1. Introdução

Este documento relata o trabalho desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Projeto do curso de Mestrado Sistemas e Tecnologias de Informação para as Organizações da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu do Instituto Politécnico de Viseu.

Este projeto está enquadrado no Projeto de Investigação “Da Ludicidade do Videojogo ao Desenvolvimento Comunicacional da Criança com Autismo”, do Politécnico de Viseu (PROJ/IPV/ID&I/025), que integra especialistas das áreas da Perturbação do Espectro do Autismo (PEA), desenho de jogos, educação especial, terapia ocupacional, reabilitação, e investigação educacional. O trabalho aqui reportado passa pela produção de um videojogo, intitulado “*Bug Bzzness*”, concebido exclusivamente para atender às particularidades das crianças com PEA e embebido de estratégias promotoras de interação e comunicação entre jogadores, mantendo um espírito puramente lúdico.

Nas secções seguintes faz-se um enquadramento apresentando o problema que motiva a existência do mesmo, descreve-se os objetivos e especificações do projeto, a metodologia de trabalho utilizada na produção do videojogo e são apresentadas limitações do trabalho. Por fim, expõe-se a estrutura do documento.

## 1.1 Pertinência

A PEA é um transtorno do neurodesenvolvimento comum geralmente associado a uma incapacidade substancial ao longo da vida (Zwaigenbaum & Penner, 2018), afetando a função e a qualidade de vida dos seus portadores (Hyman et al., 2020). A prevalência de crianças com PEA tem vindo a aumentar constantemente nos últimos anos (Chiarotti & Venerosi, 2020; Hyman et al., 2020; Maenner, 2020; Sharma et al., 2018). A PEA não tem cura e são

necessários tratamentos e cuidados contínuos e de longo prazo (Xu et al., 2019). No entanto, muitos dos principais sintomas podem melhorar conforme os indivíduos aprendem a lidar com os seus ambientes sob as condições certas (Cabibihan et al., 2017).

As crianças com PEA interagem bem com a tecnologia (Zakari et al., 2014) e existe uma percepção de ambiente seguro, confortável e confiável da sua parte quando interagem com tecnologia, que além de proporcionar divertimento, resulta na promoção de aprendizagem contínua e em benefícios no desenvolvimento de habilidades várias (Hedges et al., 2018; Valencia et al., 2019).

O uso da tecnologia em intervenções com crianças portadoras de PEA tem-se tornado cada vez mais comum, incluindo o uso de aplicações através de dispositivos móveis (Trevisan et al., 2019), com vantagens ao nível sensorial, comportamental e social (Comas-González et al., 2020). Intervenções baseadas em videojogos são igualmente conhecidas pelo impacto positivo no desenvolvimento pessoal, especialmente nas habilidades de comunicação e interação social (Baldassarri et al., 2020; Finke Erinn H. et al., 2018; Mairena et al., 2019; Malinverni et al., 2017; Zakari et al., 2014), aspetos que são identificado na 5.<sup>a</sup> edição do Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (American Psychiatric Association, 2013) como um dos dois principais domínios de comprometimento, a par com implicações ao nível comportamental (Hyman et al., 2020; Lord et al., 2020).

Este projeto assenta nas evidências de que os videojogos geram efeitos sociais e mentais, com impactos diretos em pessoas portadoras de PEA (Y.-K. Ng & Pera, 2018) e que têm o potencial de desenvolver competências diversas (Malinverni et al., 2017; Muñoz González et al., 2015).

A interação social é uma das variáveis que modera os efeitos dos videojogos no bem-estar de um jogador (Halbrook et al., 2019) e, particularmente em crianças portadoras de PEA com comprometimentos comunicacionais, a necessidade de interação social com outros jogadores facilitará o envolvimento com outras pessoas (Malinverni et al., 2017; Zakari et al., 2014).

Atualmente procura-se ainda fundamentação para conferir aplicabilidade de videojogos no processo de aprendizagem (Blumberg et al., 2019; Mayer, 2019) e mantem-se a necessidade de entender melhor os resultados do uso de videojogos em crianças com PEA (Chung et al., 2015; Mairena et al., 2019; Mazurek & Engelhardt, 2013).

## 1.2 Objetivos

O videojogo associado a este projeto deve ir ao encontro dos seguintes objetivos:

- Promover a comunicação e interação social com e entre crianças com PEA.
- Contribuir para a geração de conhecimento que possa suportar melhorias à qualidade de vida das crianças com PEA.

A concepção do videogame, além de considerar as particularidades implicadas por este transtorno, tem como principal característica, quando comparado com outras soluções existentes, recorrer a uma abordagem puramente lúdica.

Perspetiva-se que as experiências de jogo possam acontecer entre crianças com PEA e outros jogadores sem esta perturbação – quer seja por haver necessidade quer por opção dos jogadores – ou até apenas envolvendo apenas jogadores com a perturbação. Naturalmente, a viabilidade efetiva deste último cenário, embora seja algo ambicionado por toda a equipa de investigação, precisará de ser constatada em contextos reais de utilização e numa fase mais avançada do desenvolvimento do videogame, que não cabe nas limitações temporais desta dissertação.

O desenho deste jogo segue um conjunto de diretrizes criadas no âmbito do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025, que se encontram publicadas no estudo “*Playfulness and communication for children with autism spectrum disorder: Guidelines for a videogame*” (Alves et al., 2021). As seis diretrizes fornecem orientações a um nível abstrato, não implicando assim especificações exatas ou abordagens concretas:

- 1) **O jogo deve ser realmente aliciante:** a qualidade do jogo irá definir o interesse do jogador e consequentemente a sua vontade em jogá-lo.
- 2) **Permitir que os jogadores sejam bem-sucedidos, independentemente de como eles optem por interagir:** o jogador deve ter total liberdade para jogar sozinho ou interagir com outros jogadores, conforme se sinta mais confortável, não recorrendo por isso a uma abordagem que o force ou condicione a tal nem tampouco implicando prejuízo ao seu desempenho no jogo.
- 3) **Assegurar que os jogadores compreendem as vantagens de comunicar e interagir:** o desenho do jogo deve demonstrar de forma explícita as substanciais vantagens que advêm da comunicação e interação com outros jogadores, sem com isso comprometer o interesse do jogador ou condicionar a sua vontade de jogar sozinho.
- 4) **Focar o desenho de níveis na progressiva sofisticação da comunicação e interação:** aprimorar os padrões convencionais de desenho de nível de jogo, concebendo o jogo com formatos de comunicação cada vez mais desafiadores para alcançar o aumento de nível, no sentido de os jogadores entenderem as vantagens de usar mecanismos mais sofisticados de comunicação.
- 5) **Evitar distrações indesejadas:** a arte do jogo e os elementos que constituem o mundo de jogo são relevantes para cativar a atenção do jogador, particularmente no aspeto de apelo estético, face à propensão das crianças com PEA direcionarem a sua atenção para estímulos que não são projetados para seduzir o jogador.
- 6) **Tirar proveito do interesse na repetição:** face à tendência de interesse em repetir ações por parte de crianças com PEA, inerente aos sintomas associados aos comportamentos restritos ou repetitivos (RRB), o desenho do videogame pode considerar esta característica na medida em que torna possível a dispensa de introdução sistemática de novidade durante a experiência.

No contexto do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025, existia a necessidade de que o artefacto ficasse disponível para experimentação com o público-alvo num prazo o mais curto possível e com suporte para múltiplas plataformas (com foco em dispositivos móveis). Por esse motivo, colocaram-se questões nos domínios tecnológico e investigacional, que permitissem concluir o videojogo nos prazos convenientes para a equipa de investigação e para o projeto de Mestrado.

As principais questões tecnológicas foram:

- Que motores de jogo existem?
- Qual o motor de jogo que apresenta uma curva de aprendizagem menor?
- Que arte, sons e outros elementos utilizar?
- De acordo com o motor de jogo escolhido, que soluções existem para implementar multijogador no videojogo?

A nível investigacional, as questões relacionaram-se com conhecimento da realidade da PEA:

- O que é a Perturbação do Espectro do Autismo?
- Quais são as principais características associadas ao diagnóstico?
- Qual a incidência/dimensão de casos diagnosticados?
- Como se relaciona este público com a tecnologia e com os videojogos em particular?
- Que estudos já foram realizados explorando videojogos como instrumentos que visem a melhoria das habilidades comunicacionais das crianças com PEA?

### 1.3 Especificações

A partir dos objetivos já identificados, nomeadamente de se procurar contribuir para estudar e potenciar o efeito gerado pela utilização de videojogos nas habilidades comunicacionais de crianças com PEA, foram estabelecidos como requisitos:

- **Desenvolver um videojogo**, desenhado à luz das particularidades das crianças portadoras de PEA, que seja entendido como tendo propósitos meramente lúdicos e que embeba meios e estratégias em que o desempenho dos jogadores beneficie largamente de comportamentos baseados na comunicação e interação social com outros jogadores.

A mecânica de jogo, permitirá que o utilizador ultrapasse, sem depender de terceiros, os desafios que lhe vão sendo colocados, mas esses desafios serão desenhados de modo a se tornarem mais simples quando os jogadores tomarem iniciativas de cooperação.

Consistentemente, o mundo de jogo conterà estímulos que sinalizem oportunidades de comunicação e interação social com outros jogadores que simplifiquem de forma determinante as ações do jogador.

Não se pretende um *serious game* e também existe a intenção clara de que a solução se distancie de abordagens pedagógicas ou didáticas. Pretende-se que os objetivos subjacentes ao videojogo sejam alcançados por uma via estritamente lúdica e existe intenção de que os jogadores não detetem os propósitos associados.

- **Facilitar a observação**, por parte de investigadores, das ações dos jogadores nos contextos da experiência.
- **Possibilitar a continuidade do desenvolvimento do videojogo**, documentando o processo de desenho do videojogo através de um *Short Game Design Document* (SGDD). O SGDD iniciar-se-á com o arranque da fase de desenho e acompanhará todos os desenvolvimentos realizados. Trata-se de um documento-vivo que deverá ir acomodando todas as decisões tomadas durante a produção do videojogo. O SGDD retratará, em grande detalhe, a história, personagens, mecanismos, arte conceptual, áudio e todos os aspetos relevantes considerados durante o desenho do videojogo. O SGDD, como suporte documental do videojogo e com uma perspetiva de permitir a sua continuação, expressar-se-á numa linguagem descritiva, técnica e artística, que permita a compreensão do mesmo aos demais membros da equipa ou outros que se venha a considerar pertinente, como leitores das áreas em estudo e profissionais como *designers*, investigadores, programadores e pessoas envolvidas na preparação e condução dos testes.

## 1.4 Metodologia

O desenvolvimento do videojogo adaptou uma metodologia iterativa e incremental. Uma forma iterativa e incremental de trabalho é inerente aos métodos ágeis (Agile Alliance, 2001; Koutonen & Leppänen, 2013). A abordagem ágil surgiu para fornecer novos valores, princípios e práticas ao desenvolvimento de *software*, reconhecendo maior valor a indivíduos face a processos e ferramentas, *software* de trabalho face a documentação abrangente, colaboração do cliente face à negociação contratual e resposta à mudança face ao seguimento de um plano (Agile Alliance, 2001), o que levou a um desenvolvimento incremental, iterativo e adaptativo (Koutonen & Leppänen, 2013).

Larman (2003) refere no seu famoso artigo “Iterative and Incremental Development: A Brief History” que o desenvolvimento iterativo e incremental já estava em uso no ano de 1957 e descreve projetos que adotaram estas abordagens na década de 1970. Na visão de Larman relativamente aos métodos ágeis, o *software* é desenvolvido em múltiplas iterações, desde a fase de planeamento até à entrega. Em cada iteração é desenvolvida uma parte do sistema, avaliada e refinada, avançando gradativamente com o desenvolvimento do sistema à medida que vão sendo adicionadas novas funcionalidades em cada iteração. Após cada iteração, uma nova versão é entregue ao cliente para apreciação.

Cockburn (2008) evidencia que as estratégias iterativa e incremental são independentes uma da outra, porém, aconselha a utilizar ambas em quantidades diferentes. No desenvolvimento incremental, o *software* é dividido em pequenas peças (incrementos) e cada peça representa um subconjunto completo, com dimensão variável, de uma funcionalidade. Os incrementos são integrados no decorrer do projeto. Trata-se de uma estratégia de preparação e programação em que as pequenas peças são desenvolvidas e integradas no sistema à medida que são concluídas. Contudo, a estratégia iterativa é crucial para não se chegar ao ponto de concluir o sistema com base em suposições errôneas da fase inicial do desenho do sistema e sem obter qualquer revisão apreciativa durante o processo de desenvolvimento que permitisse acomodar mudanças e melhorias no desenho (Cockburn, 2008).

O desenvolvimento de um videogame diferencia-se de um *software* tradicional pelo uso extensivo de recursos multimídia, apresentando desafios singulares originados pela integração de múltiplas disciplinas em um único *software* (Al-azawi et al., 2014; Kanode & Haddad, 2009; Petrillo et al., 2008). Não existe um modelo de processo de desenvolvimento de videogames único que seja possível referir como padrão para a indústria de videogames, no entanto, é também típico recorrer a uma abordagem iterativa (Brathwaite & Schreiber, 2008; Koutonen & Leppänen, 2013).

Segundo Lewis e Whitehead (2011), existe um aspecto único que parece distinguir o videogame do *software* tradicional: o requisito de ser divertido. No entanto, este requisito não é mensurável num videogame, não sendo possível aplicar uma métrica. Públicos diferentes têm experiências e sentimentos de entretenimento diferentes. Contudo, o fator de entretenimento é mais facilmente alcançado quando apoiado e validado em cada etapa do processo de desenvolvimento, revelando-se imprescindível recorrer a processos de desenvolvimento iterativos (Koutonen & Leppänen, 2013).

Para conhecer o público-alvo é imperativo estudá-lo. Este estudo deverá permitir conhecer os desafios e motivações das crianças portadoras de PEA e assim orientar o desenho do videogame no sentido que favoreça o divertimento destes enquanto jogadores. Torna-se portanto necessário identificar e sintetizar todas as evidências, analíticas e empíricas, relacionadas com o diagnóstico e intervenção na PEA, a relação das crianças portadoras de PEA com a tecnologia e particularmente com os videogames, e por fim, entender de que modo os videogames têm vindo a ser objeto de instrumentalização no processo interventivo junto deste público, com especial atenção às intervenções baseadas em videogames que procurem explorar as habilidades de comunicação e interação social. Para um conhecimento mais completo do público, interessa alargar o raio de investigação a estudos e experimentos que explorem outras particularidades da PEA e que recorram a outras tecnologias, de forma a identificar casos de sucesso e reunir recomendações de outros estudos que podem ter validade no desenho do videogame associado a este projeto.

A equipa do projeto de investigação considerou que seria estratégico não limitar, nesta fase, a intervenção a um intervalo de idades mais específico, dentro do público das crianças. Embora conscientes de que essa variável é importante, constatou-se que ainda seria necessário avaliar

o alcance e potencial das intervenções projetadas para, em função disso, direcionar e explicitar atenção para uma faixa etária específica. Neste, como noutros aspetos, a equipa depende de algum desenvolvimento da solução para alcançar um melhor entendimento do próprio problema. De resto, a severidade da perturbação de cada criança é uma outra variável, nada menos importante, e que determina que a limitação do público das crianças pelas suas idades precisará de ser cruzado com outros critérios.

Como parte integrante da metodologia foi adotada a documentação de desenvolvimento no formato de SGDD de modo a garantir um suporte documental do desenho do jogo que acompanhe todo o processo de desenvolvimento iterativo a que o jogo é sujeito. O SGDD segue uma abordagem iterativa e adaptativa e estabelece uma visão completa e abrangente do videojogo, tendo como função comunicar e guiar todos os envolvidos no processo de desenvolvimento do jogo.

Ainda integrado na metodologia de trabalho, durante todo o processo ocorreram reuniões de trabalho semanais sistemáticas com a equipa do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025. Neste contexto, foi também muito relevante, para a condução dos trabalhos, o registo de atividades elementares, recorrendo ao método *Kanban* (Ahmad et al., 2013). Tipicamente, durante as reuniões de orientação, as necessidades e requisitos foram traduzidos em atividades elementares de implementação, que foram sendo priorizadas e depois movidas, de acordo com o método, à medida que esses incrementos iam sendo conquistados ou revistos. Para o efeito adotou-se a ferramenta *Trello*<sup>1</sup>.

A Figura 1-1 sumaria a metodologia adotada.

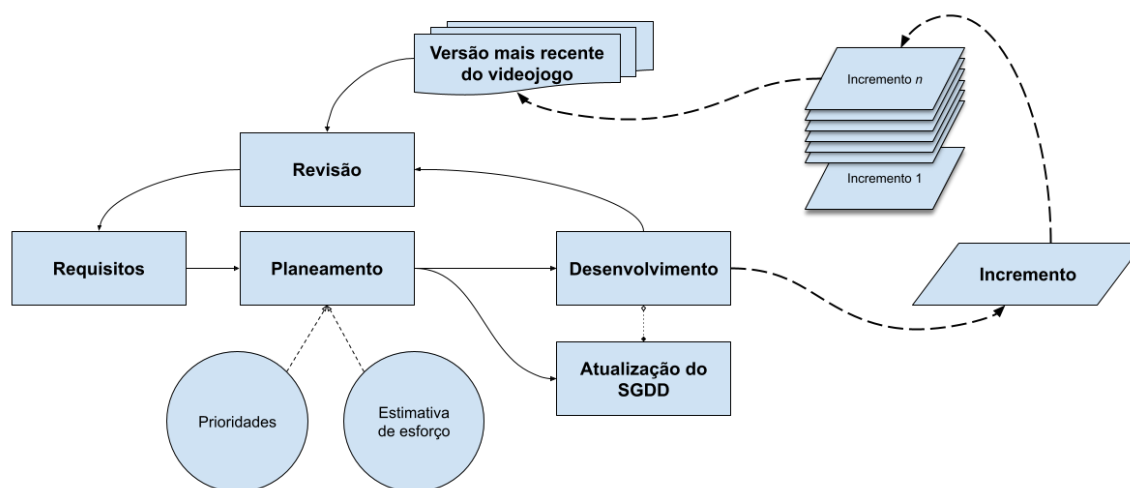


Figura 1-1: Metodologia de desenvolvimento adotada

<sup>1</sup> <https://trello.com>

## 1.5 Limitações do Trabalho Realizado

Para o trabalho realizado foram assumidas algumas limitações.

A primeira prende-se com o público-alvo, sendo este circunscrito aos níveis de PEA em que as crianças detenham as capacidades intelectuais suficientes para a viabilização do próprio ato de jogar.

Igualmente a respeito das crianças portadoras de PEA, e apesar do foco nos seus desafios comunicacionais, os sintomas deste público são muito diversos e expressam-se em diferentes níveis de intensidade. Por esse motivo, ainda que a solução tenha potencial de ser relevante para este tipo de perturbações, não é razoável ter a expectativa de que será interessante para todos os indivíduos.

Relativamente ao âmbito do videojogo, este tem um objetivo maior que não cabe na dimensão (temporal, nomeadamente) deste projeto. É expectável que determinados incrementos sejam identificados e planeados, mas já não sejam incluídos na implementação a que este relatório se refere.

As restrições em consequência da pandemia COVID-19 (Romanov, 2020) geraram alguns condicionamentos na medida em que a conjuntura não proporcionou oportunidades para o contato pessoal com crianças portadoras de PEA. Por esse motivo, ainda que pretendido, não foi possível prever uma análise sistemática aos testes com estes utilizadores. Adicionalmente, para o mestrando, teria sido interessante e confiável haver maior proximidade com esse público no sentido de lidar diretamente com a sua realidade.

## 1.6 Estrutura do Documento

O presente documento encontra-se organizado em cinco capítulos: Introdução, Fundamentos Teóricos e Tecnológicos, Videojogo, Experimentação e Conclusões.

Neste primeiro capítulo foi feita uma contextualização do projeto e seu público-alvo, são descritos os problemas que motivam a existência do projeto e as questões que o mesmo procura atender e que conduziram a revisão da literatura e o desenho do videojogo. Foram ainda apresentados os objetivos do projeto e a metodologia utilizada. Por fim, são enumeradas algumas limitações do projeto.

O segundo capítulo apresenta o estado da arte, começando com a caracterização da PEA e uma revisão da relação deste público com o uso da tecnologia e dos videojogos. O capítulo finda com uma descrição do motor de jogo utilizado, algumas das principais soluções alternativas para o desenvolvimento do videojogo e o suporte documental associado ao desenho do videojogo.

O terceiro capítulo apresenta detalhadamente o videojogo *Bug Bzzness* e o processo iterativo e incremental do seu desenvolvimento.

O quarto capítulo descreve as circunstâncias da experimentação do videogame com o público-alvo e expõe os resultados observados e indicadores derivados.

Por fim, apresentam-se as conclusões e colocam-se em perspectiva alguns desafios identificados para trabalho futuro.



## **2. Fundamentos Teóricos e Tecnológicos**

Este capítulo apresenta e caracteriza a PEA e o perfil do público-alvo deste projeto, identifica os sintomas, diagnóstico e métodos de intervenção utilizados, e reporta os potenciais benefícios encontrados para as crianças portadoras deste transtorno através do uso de videogames. São também apresentadas algumas características e fatores relevantes para um desenho de videogame bem-sucedido alinhado com os objetivos deste projeto.

### **2.1 Perturbação do Espectro do Autismo**

A PEA, comumente abreviada por Autismo, é um transtorno do neurodesenvolvimento comum associado a várias etiologias e, geralmente, a uma incapacidade substancial ao longo da vida (Zwaigenbaum & Penner, 2018), afetando a função e a qualidade de vida dos seus portadores (Hyman et al., 2020).

A DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), elaborada em 2013 pela Associação Americana de Psiquiatria, definiu a PEA como categoria única para substituir e agrupar os subtipos de distúrbio autista, síndrome de Asperger e o distúrbio invasivo do desenvolvimento não especificado de outra forma (Sharma et al., 2018). De acordo com o DSM-5, os principais défices são identificados em dois domínios: comprometimento da comunicação social e interesses e RRB (Hyman et al., 2020; Lord et al., 2020). O DSM-5 incluiu o transtorno de processamento sensorial (SPD) como um dos principais critérios de diagnóstico para a PEA. Apesar desta edição ser relativamente recente, estes foram os critérios de diagnóstico desde as primeiras conceitualizações da PEA (Asperger, 1944; Kanner & others, 1943).

O comprometimento da comunicação social, um dos principais critérios de diagnóstico para a PEA segundo o DSM-5, pode incluir dificuldade em realizar pedidos simples de algo desejado ou atividades preferidas mesmo que em um ambiente natural, dificuldade em iniciar, responder, manter e terminar conversas com parceiros sociais, expressões faciais atípicas e falta de contacto visual (American Psychiatric Association, 2013).

De acordo com o DSM-5, outro domínio do diagnóstico de PEA são os RRB. Estes comportamentos variam de gravidade e podem enquadrar-se em duas categorias de comportamento: sensório-motor repetitivo (RSM) e insistência na uniformidade/mesmice (IS). Os comportamentos RSM são caracterizados pela repetição de movimentos, como manipulação repetitiva de objetos, maneirismos com as mãos, dedos e corpo, formas repetitivas de comportamentos auto lesivos e interesses sensoriais incomuns (Boyd et al., 2012; Richler et al., 2007). Por outro lado, comportamentos enquadrados na IS caracterizam-se por uma aderência rígida a alguma regra ou modelo mental e podem manifestar-se através de compulsões, rituais e rotinas, leque de interesses circunscrito, dificuldades com a mudança e resistência a mudanças simples no ambiente (Boyd et al., 2012; Richler et al., 2007; Zakari et al., 2014). Os RRB são mais comuns e graves na fase da infância e menos frequentes numa idade superior, o que indica que o sintoma abate com a idade (Esbensen et al., 2009).

As pessoas portadoras de PEA podem ainda revelar comportamentos de comunicação social restritos e repetitivos que têm o potencial de agravar os seus complexos desafios comunicacionais e afetar negativamente a vida pessoal, social e profissional. São exemplos destes comportamentos a iniciação de conversas sobre apenas um tema de interesse ou uma resposta mecânica e única perante perguntas dos parceiros sociais (Wolfe et al., 2019).

Existem estudos que evidenciam que as pessoas portadoras de PEA têm maiores desafios de processamento sensorial (Crasta et al., 2020; Hazen et al., 2014; Kojovic et al., 2019), sem haver no entanto razões claras para a origem deste distúrbio. Estas particularidades sensoriais abrangem uma ampla gama de dificuldades, como a hiporresponsividade (registo de sensações com menos intensidade do que o típico por parte do cérebro), a hiperresponsividade (o cérebro regista sensações excessivamente intensas) e procura sensorial (prazer em atividades sensoriais e busca por estimulação sensorial) (Kojovic et al., 2019). Dificuldades de atenção são identificadas e correlacionadas com a hipersensibilidade sensorial, enquanto sintomas de ansiedade têm maior probabilidade de estarem relacionados com a hiposensibilidade sensorial (Hazen et al., 2014). Kojovic et al. (2019) demonstram que o processamento sensorial atípico de crianças com PEA está associado a défices de habilidades sociais e prejuízo da cognição social, com o seu estudo a reportar intensidades mais altas de problemas sensoriais em crianças com PEA com dificuldades sociais mais proeminentes e menor funcionamento adaptativo.

Apesar dos sintomas da PEA serem de base neurológica, são manifestados como características comportamentais, sendo estas a principal dependência do diagnóstico clínico (Hyman et al., 2020). O desenvolvimento atípico em diferentes áreas funcionais faz parte dos sintomas de PEA, como anormalidades na compreensão das intenções dos outros, uso e

compreensão atípicos de gestos e diminuição do contato visual interativo agouram o desenvolvimento atípico da comunicação social e brincadeiras, assim como o interesse por outras crianças (Hyman et al., 2020). Por esse motivo, a identificação e intervenção deve ser realizada o mais precocemente possível. A PEA pode ser diagnosticada aos 18 meses de idade, sendo recomendada vigilância constante do desenvolvimento contínuo da criança nos cuidados primários e uma triagem padronizada aos 18 e 24 meses de idade (Hyman et al., 2020). No entanto, a idade média de diagnóstico é entre os 4 e 5 anos (Zwaigenbaum & Penner, 2018).

A PEA não tem cura e são necessários tratamentos e cuidados de longo prazo e contínuos para as crianças portadoras de PEA (Xu et al., 2019). Não sendo a PEA um distúrbio neurodegenerativo, muitos dos principais sintomas podem melhorar conforme os indivíduos aprendem a lidar com os seus ambientes sob as condições certas (Cabibihan et al., 2017). A intervenção precoce e intensiva que vise o desenvolvimento de habilidades sociais pode reduzir drasticamente a gravidade dos sintomas a longo prazo e melhorar o funcionamento adaptativo das pessoas portadoras de PEA (Kojovic et al., 2019).

As opções de tratamento dos principais sintomas comportamentais da PEA resumem-se a terapias psicossociais (DeFilippis & Wagner, 2016), como acontece relativamente às limitações sociais e comunicacionais que são apoiadas pela terapia comportamental (Marwecki et al., 2013). Tratamentos farmacológicos são por vezes uma opção para a intervenção no domínio dos RRB, porém, têm efeitos colaterais adversos (Leekam et al., 2011). O programa TEACCH - *Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* (Mesibov et al., 2005) baseia-se precisamente na terapia comportamental, que procura condicionar os comportamentos desejados e desenvolver estratégias para superar as implicações associadas (Marwecki et al., 2013). Tipicamente, são também adotados programas de intervenção que aplicam os princípios científicos de ensino da análise comportamental aplicada (*Applied Behavior Analysis*, ABA) (DeFilippis & Wagner, 2016; Vismara & Rogers, 2010), com estes programas a revelarem-se eficazes na melhoria da comunicação e de habilidades sociais (Vismara & Rogers, 2010; Xu et al., 2019). No entanto, um dos principais problemas relacionado com esta forma de tratamento é o facto de existir a necessidade de interação com outras pessoas, precisamente quando uma das características da PEA é a interação ansiosa, distanciada e sozinha com outros indivíduos, elevando assim o grau de dificuldade transferido para a criança com PEA (Rahman et al., 2011).

Estudos revelam um aumento constante nos últimos anos de casos diagnosticados de PEA em crianças (Chiarotti & Venerosi, 2020; Hyman et al., 2020; Maenner, 2020; Sharma et al., 2018), e uma prevalência maior entre meninos do que entre meninas, com uma razão de prevalência geral entre homem e mulheres próxima de 3 (Loomes et al., 2017; Shaw et al., 2020). Foram diagnosticados com PEA uma em cada 88 crianças nos Estados Unidos da América, uma em cada 100 crianças no Reino Unido e uma em cada 625 crianças na Malásia (Zakari et al., 2014).

O projeto *Autism Spectrum Disorders in the European Union* (ASDEU) estudou a prevalência da PEA em regiões de 12 países da Europa, sendo a região Centro de Portugal alvo deste estudo no ano letivo de 2016/2017, e do qual resultou uma prevalência de PEA global de 0,5% (IC95% 0,3-0,7), superior à prevalência de 0,125% anteriormente registada na mesma região relativa ao ano letivo 1999/2000 (Rasga et al., 2020). Este estudo indica também que a maioria das crianças na região Centro está a receber o apoio educacional mais indicado para a sua perturbação.

O aumento de casos diagnosticados com PEA nas últimas décadas reforça a importância de identificar formas eficazes de ajudar este público a comunicar e participar na sociedade com mais facilidade de modo a alcançar melhorias na sua qualidade de vida. Adicionalmente, o conhecimento da prevalência da PEA fomenta a consciencialização da sociedade e a adequação das ferramentas educativas e de saúde, de forma a ajudar as pessoas portadoras de PEA a minorar as suas dificuldades, reduzindo os comportamentos mais incapacitantes, potenciando a autonomia e educando para os aspetos essenciais da comunicação e interação social.

### **2.2 Autismo e Tecnologias**

Sendo os sintomas da PEA de base neurológica, a intervenção psicológica é utilizada para amenizar os problemas associados (DeFilippis & Wagner, 2016). No entanto, a tecnologia pode também desempenhar um papel fundamental nas crianças portadoras de PEA e no seu bem-estar (L. E. Ng, 2017; Silva et al., 2020). Apesar de dificuldades em se relacionarem com o meio ambiente, as crianças com PEA interagem bem com a tecnologia, o que motivou a realização de várias pesquisas que visam melhorar as habilidades de comunicação e interação social (Zakari et al., 2014). As crianças demonstram interesse e melhores resultados de desempenho quando em contacto com a tecnologia, sendo utilizadores regulares de tecnologia e média digital (Alarcon-Licon & Loke, 2017; Silva et al., 2020). Existe uma tendência de divertimento e envolvimento ao interagir com tecnologia e computadores, dado que essas interações ocorrem em um ambiente seguro, confortável e confiável, resultando na promoção de aprendizagem contínua e em benefícios no desenvolvimento de habilidades deste público, como por exemplo o aumento de independência, redução de ansiedade e aumento de oportunidades sociais (Hedges et al., 2018; Valencia et al., 2019). A interação por meio de métodos tecnológicos é propícia a gerar brincadeiras e interações confortáveis em crianças com PEA graças ao sentimento de segurança gerado nessas crianças pelo facto da principal forma de interação não ocorrer com humanos e porque detêm o controlo das interações (Rahman et al., 2011).

De acordo com (Khowaja et al., 2020), as crianças portadoras de PEA geralmente têm interesse em lidar com tecnologias que incluem imagens, áudio e vídeos. As intervenções baseadas em computador (*Computer-based Intervention*, CBI) são eficazes para facilitar a

aprendizagem de crianças com PEA, sendo observadas: (a) melhorias de desempenho desde o início, durante e no período pós-intervenção, (b) capacidade das crianças em transferir informações adquiridas durante a experiência para outro ambiente ou situação, e (c) retenção de informações após a retirada da intervenção.

O uso da tecnologia em intervenções com crianças portadoras de PEA tem se tornado cada vez mais comum, incluindo o uso de computadores, *hardwares* específicos e dispositivos móveis, sendo esta última a tecnologia mais usada juntamente com a produção de aplicações móveis (Trevisan et al., 2019). A proliferação de tecnologia móvel, atualmente diversa e disponível universalmente, além de ser um meio de comunicação cada vez mais popular na sociedade de hoje em dia, pode ser utilizada de forma eficaz por pessoas portadoras de PEA como um sistema de comunicação aumentativa e alternativa (*Augmentative and Alternative Communication*, AAC) e para apoiar diversas áreas, como o processo educativo, habilidades sociais e organizacionais, análise comportamental aplicada e aumento da independência (Lofland, 2016). O uso de dispositivos móveis tornou-se numa das terapias mais comuns para o autismo (Fergus et al., 2014), assim como as aplicações móveis geram melhorias ao nível sensorial, comportamental e social (Comas-González et al., 2020).

As crianças têm uma maior probabilidade de melhorar as suas habilidades sociais e comunicacionais comparativamente a um adulto pelo facto do seu cérebro ainda se encontrar em desenvolvimento (Zakari et al., 2014).

A revisão da literatura efetuada mostra que o desenvolvimento de sistemas e aplicações para pessoas com PEA é muito promissor. Particularmente na fase da infância, a intervenção com recurso a tecnologias, além de poder melhorar o futuro destas crianças, irá aumentar a probabilidade de se tornarem independentes na idade adulta. No entanto, a maioria das ferramentas tecnológicas desenvolvidas para este público foca em auxiliar o desenvolvimento das crianças recorrendo a metodologias pedagógicas, ficando por explorar abordagens lúdicas que visem o desenvolvimento intersocial e a comunicação entre humanos.

### 2.3 Autismo e Videojogos

O uso de videojogos é comum nas crianças e frequentemente encarado como uma atividade social, com fatores motivacionais de socialização e diversão (Ferguson & Olson, 2013). Os videojogos providenciam um conjunto diversificado de experiências e tendem a ter uma componente altamente social potenciadora de gerar melhorias em comportamentos cívicos mediante determinadas características presentes no jogo (Lenhart et al., 2008).

Atualmente, o alcance dos videojogos não se resume ao entretenimento que proporcionam, sendo-lhes reconhecido potencial para desenvolvimento de capacidades, destreza e habilidades. Estes desempenham um papel importante na sociedade moderna, gerando efeitos sociais ou mentais independentemente de idade e estratificação social, com impactos diretos em pessoas portadoras de PEA (Y.-K. Ng & Pera, 2018).

Reinecke (2009) verificou o uso de videogames como escapes de situações de ansiedade, identificando uma particular motivação de jogar após estados de ansiedade com o objetivo de reduzir esse sentimento. Ainda, Alkhayat e Ibrahim (2020) avaliaram o efeito de jogos no comportamento de crianças com PEA e observaram que as crianças tendem a acalmar os seus comportamentos negativos quando brincam com a família, o que estabelece a possibilidade de jogos familiares com crianças aliviarem os sintomas das crianças.

O uso de videogames tem a potencialidade de atender necessidades humanas básicas, sejam elas facilmente atendidas ou não no mundo real. Estas necessidades estão relacionadas com a sensação de competência, o facto de ser bom em alguma coisa, em obter vitórias ou desfrutar de divertimento assim como o relacionamento social. Relativamente a estas últimas, os videogames podem fornecer oportunidades para os jogadores se conectarem socialmente entre si por intermédio da experiência de jogo tanto quanto por meio de outras atividades lúdicas (Ferguson & Olson, 2013), sendo a componente social uma motivação prevalente para o uso de videogames (Colwell, 2007; Lenhart et al., 2008).

Particularmente aplicado a crianças com PEA, o uso de videogames tem gerado resultados positivos na promoção da comunicação e atenção (Baldassarri et al., 2020; Malinverni et al., 2017). No meio educacional, os videogames são adotados como recursos didáticos inseridos em dinâmicas que atendem aos interesses e necessidades dos/das estudantes (Malinverni et al., 2017; Muñoz González et al., 2015). Vários estudos já analisaram o impacto positivo do uso de videogames como meio de desenvolvimento educacional, na educação inclusiva e educação especial e em áreas como a literacia e a matemática (González et al., 2007; Mahmoodi-Shahrehabaki, 2019; Rosli & Awalludin, 2018). Estes videogames educacionais permitem melhorar a lógica, o raciocínio e outras habilidades essenciais para o desenvolvimento dos indivíduos, e o modo multijogador favorece a colaboração entre jogadores (da Silva Leite & de Mendonça, 2013). No que toca às intervenções baseadas em computador, os jogos sérios (*serious games*) são considerados modalidades potenciais de compreensão da linguagem e habilidades de descodificação para crianças com PEA (Khowaja et al., 2020).

Na fase de conceção de um videogame, a falta de conhecimento de desenho de videogames e a adoção de estratégias ineficientes de *engagement* do jogador podem ser fatais e impedir o alcance do propósito do videogame (Malinverni et al., 2017). Por outro lado, a interação social é uma das variáveis que modera os efeitos dos videogames no bem-estar de um jogador (Halbrook et al., 2019) e, particularmente em crianças portadoras de PEA com comprometimentos comunicacionais, a necessidade de interação social com outros jogadores facilitará o envolvimento dessas crianças umas com as outras (Malinverni et al., 2017). Para melhor compreender as dificuldades sociais associadas a crianças com PEA e potenciar os videogames como ferramentas complementares às intervenções tradicionais que visam superar essas dificuldades, a inclusão de partes interessadas durante o desenvolvimento de videogames pode ajudar a melhorar os resultados obtidos através destes e torná-los em ferramentas de intervenção eficazes, amigáveis e envolventes (Ghanouni et al., 2019).

Segundo Finke Erinn H. et al. (2015), os pais de crianças com PEA apoiam que estes joguem videogames e acreditam que estes contribuem positivamente no desenvolvimento dos seus filhos. Adolescentes e jovens adultos com PEA reconhecem igualmente que os videogames têm um efeito positivo nas suas vidas e no seu desenvolvimento, associando a atividade de jogar com um impacto social de criar novas amizades, conversar com outras pessoas, produção de emoções positivas, melhorias cognitivas e académicas, e uma fuga do mundo real que lhes permite ter novas experiências e ser criativos.

A interação social é um requisito comum para progredir em diferentes níveis em diversos videogames. No entanto, um videogame não tem como objetivo emular as capacidades de comunicação no mundo real, e assim as habilidades adquiridas durante a experiência de jogo são habilidades especificamente associadas ao videogame, não sendo portanto necessariamente generalizáveis para comportamentos no mundo real (Cadieux & Keenan, 2020).

Ao longo dos últimos anos, vários estudos têm demonstrado impactos positivos dos videogames nas capacidades comunicacionais e sociais de crianças portadoras de PEA.

O videogame “ComFiM” (Ceccon et al., 2014) é um *serious game* multijogador para *tablets* que visa estimular a comunicação entre crianças portadoras de PEA como um processo interativo e dinâmico, conhecendo inicialmente o jogador e posteriormente encorajando-o a comunicar com outro jogador. É um videogame para ser jogado a pares, e além de possuir um sistema de comunicação, favorece as crianças a iniciarem as interações sociais. Os autores destacam que o desenho do videogame permitiu proporcionar um ambiente onde foi possível a observação de situações comunicativas entre jogadores, com 14 diferentes intenções de comunicação observadas. Por fim, é concluído que o uso da tecnologia alinhado com estratégias de incentivo coletivo pode fornecer um meio para as crianças com PEA melhorarem as suas capacidades de interação social, comunicação e colaboração.

O videogame terapêutico “Invasion of the Wrong Planet” (Marwecki et al., 2013) onde as crianças têm que defender um planeta de uma invasão alienígena, é um trabalho que discute como a colaboração pode ser melhorada através do uso de jogos terapêuticos. O videogame, executado em uma mesa interativa, ao invés de forçar os jogadores a tomarem ações colaborativas para promover o comportamento social e a comunicação (*Enforced Collaboration* - EC), segue a abordagem da terapia comportamental, em que o comportamento desejado nunca é imposto, mas sim encorajado e recompensado, enquanto o comportamento indesejado é penalizado. Este estudo fornece uma base para discussão relativamente ao uso de jogos terapêuticos que visam melhorar as habilidades de comunicação e interação social, concluindo com a ênfase do uso de terapia comportamental nas abordagens a adotar nos jogos terapêuticos para crianças com PEA, assim como o encorajamento de iniciativas de comunicação e interação pode tornar os jogos terapêuticos mais eficazes.

Giusti et al. (2011) desenvolveram um conjunto de jogos recorrendo a uma mesa interativa e a quatro padrões de colaboração restritos para fornecer três dimensões de colaboração. Os

autores destacam uma das dimensões de colaboração (desempenho conjunto) e consideram que pode ser adotada por terapeutas como uma ferramenta eficaz para ajudar crianças com PEA a melhorar as suas habilidades sociais. Por fim, concluem que os utilizadores aprendem e compreendem a importância da colaboração à medida que avançam nos jogos.

O videojogo “Collaborative Puzzle Game” (Battocchi et al., 2009), baseia-se na resolução colaborativa de um quebra-cabeças em uma mesa interativa e utiliza EC como regra de interação para a movimentação das peças do quebra-cabeças. Este estudo permitiu concluir que a regra de interação baseada em EC teve um efeito positivo na colaboração e relaciona-se a interações mais complexas, sendo particularmente eficaz para crianças com PEA no desencadeamento de comportamentos associados à coordenação de tarefas e negociação. Foram observadas melhorias nos défices sociais entre os jogadores, sendo possível concluir que a promoção de interação social se mostrou eficaz recorrendo-se à estratégia de apresentar um objetivo comum que exige o trabalho em equipa dos jogadores. Este estudo destacou também a dificuldade do aumento do desafio para crianças com menores habilidades de comunicação, sugerindo a necessidade de estabelecer critérios de seleção e etapas de mediação para preparar esses jogadores para os desafios mais complexos atendendo às suas dificuldades.

O videojogo “SIDES” (Piper et al., 2006), trata-se também de um quebra-cabeças cooperativo com o objetivo de desenvolver habilidades sociais eficazes, projetado para ser jogado em grupos de 4 jogadores em uma mesa interativa. Trata-se de um estudo de caso que apresenta um videojogo como uma ferramenta motivadora e de apoio para facilitar o trabalho em grupo eficaz entre a população com PEA. Foram observados altos índices de interesse e atração em trabalhar em grupo através do videojogo comparativamente a semelhante atividade produzida por um terapeuta. Outra observação foi o aumento de confiança das crianças relativamente às suas capacidades sociais. Este estudo conclui destacando o potencial de programas de entretenimento social de apoio, que através de um contexto estimulante e confortável permite que as crianças aprendam algo e trabalhem em grupo enquanto se divertem.

O estudo de Cadieux e Keenan (2020), recorrendo do videojogo Minecraft e baseando-se na plataforma ‘Autcraft’ (um servidor do Minecraft para crianças com autismo e familiares), apresenta métodos para permitir observar se os comportamentos sociais que ocorrem no mundo do videojogo também surgem no mundo real. Segundo o autor, os jogadores podem aproveitar as oportunidades dentro do videojogo para melhorarem as suas capacidades de comunicação e explorar aspetos de relações sociais, tal como criar amizades, reciprocidade e *engagement social*.

Rahman et al. (2011) exploraram o interesse das crianças com PEA em obter recompensas nos jogos para tentar desenvolver a habilidade de inteligibilidade na fala com recurso a dois jogos interativos educacionais para computador que têm como foco ajudar no problema da reprodução de sons ininteligíveis e na dificuldade em fazer frases completas corretas, respetivamente. No primeiro jogo, a criança deve pronunciar de forma clara e alta o nome de objetos que surgem em imagens para vencer o desafio, que por sua vez ajuda a criança a

superar o seu problema de ininteligibilidade na fala. O segundo jogo é projetado para crianças com um vocabulário desenvolvido, mas que têm dificuldade em completar uma frase inteira, e tem como desafio completar frases em um curto período de tempo, pronunciando o nome de um conjunto de objetos contextualizados com uma imagem que resultam na formulação de frases completas. No primeiro videojogo foi observada uma diminuição superior a 50% do número de tentativas de pronunciar palavras em um prazo de 7 dias de experimentação, enquanto o segundo videojogo demonstrou melhores resultados comparativamente ao mesmo exercício de forma manual sem recurso a um videojogo e uma redução de metade do tempo utilizado para cada objeto. No entanto, o autor constata que é quase impossível projetar um único jogo para um grupo de crianças portadoras de PEA face à abrangência dos problemas associados e evidencia que cada criança precisa ser tratada individualmente.

Zakari et al. (2014), através de uma revisão de estudos de 2004 a 2014, analisaram 40 *serious games* projetados para crianças com PEA e desenhados com o propósito de melhorar as habilidades de comunicação e comportamento social, conversação, habilidades imaginativas, integração sensorial, entre outros distúrbios associados à PEA. Os videojogos são classificados em relação à plataforma tecnológica, gráficos de computador, propósito de jogo e interação com o utilizador. Dos videojogos analisados, 70% foram desenhados para computadores (PCs e portáteis), no entanto, à data, o uso de dispositivos móveis como plataforma tecnológica para jogos com fins educacionais já se estava a tornar popular e ocupava a segunda posição de plataformas tecnológicas mais utilizadas, com 22%, devido ao facto do tamanho pequeno do ecrã dos dispositivos ajudar ao nível da atenção das crianças com PEA e a interface de tela sensível ao toque (*touchscreen*) facultar uma interação mais intuitiva aos utilizadores. Relativamente aos gráficos de computador, 27 utilizam gráficos 2D, 8 utilizam gráficos 3D e 5 fazem uso de gráficos 2D e 3D. A respeito do propósito de jogo, o desenho dos videojogos tende para objetivos educativos e terapêuticos, com 54% dos videojogos a procurar melhorar as habilidades sociais e de comunicação e 26% estão relacionados com conversação, aprendizagem de palavras e terapia da fala. No que concerne à interação com o utilizador, o meio mais comum são o teclado e o rato, usados em 45% dos videojogos analisados, seguido da interação através de *touchscreen* com 27% dos casos. O estudo refere que lidar com dispositivos *touchscreen* é mais eficaz do que interagir com um computador por intermédio de um rato, a curva de aprendizagem desta interface é menor devido à manipulação direta implícita na interação, e o uso de dispositivos *touchscreen* é o preferido.

Os autores deste estudo fizeram ainda duas observações interessantes relativamente à abordagem dos jogadores nas experiências de jogo. A primeira observação é respeitante aos comportamentos repetitivos das crianças com PEA, tendo sido identificados alguns jogadores a insistir propositadamente e repetidamente em respostas erradas porque o som emitido por essa ação os agradava. Para salvaguardar destes comportamentos negativos, os autores recomendam que o desenho dos videojogos contemple a adoção de métodos que possibilitem o controlo do áudio do jogo por parte de eventuais mediadores. A segunda observação expõe

uma tendência de os jogadores escolherem uma personagem de jogo consistente com a sua identidade de gênero na vida real.

Através destes estudos é possível concluir que existem evidências tangíveis sobre os efeitos positivos dos videojogos, faltando, porém, evidências de benefícios práticos da inclusão dos videojogos como instrumento de desenvolvimento social e comunicacional. Uma abordagem aos défices das capacidades sociais através do desenvolvimento de videojogos com requisitos de diferentes níveis de competências para a progressão, pode aumentar a probabilidade de que essas capacidades se generalizem para o mundo real (Cadieux & Keenan, 2020). Por outro lado, relativamente aos défices associados a comportamentos repetitivos, não há muitas pesquisas que abordem este tema em crianças com PEA (Zakari et al., 2014). Atualmente procura-se ainda fundamentação para conferir aplicabilidade de videojogos no processo de aprendizagem (Blumberg et al., 2019; Mayer, 2019) e mantém-se a necessidade de entender melhor os resultados do uso de videojogos em crianças com PEA (Chung et al., 2015; Mairena et al., 2019; Mazurek & Engelhardt, 2013).

A pesquisa realizada mostra também a eficácia dos videojogos como ferramentas de apoio e desenvolvimento dos défices das crianças portadoras de PEA em heterógenos domínios. Existe uma predominância de soluções educativas e pedagógicas e demonstra-se um claro potencial na projeção de videojogos para plataformas tecnológicas *touchscreen*. Existem vários trabalhos a recorrer a plataformas de mesas interativas e nos últimos anos os dispositivos móveis têm vindo a ser identificados como a plataforma preferida dos jogadores e aquela que permite níveis de qualidade de interação mais relevantes.

No contexto desta pesquisa não foi possível identificar nenhum videojogo que tenha como objetivo contribuir para a melhoria da qualidade de vida deste público através de uma abordagem puramente lúdica. A dependência de um instrutor ou mediador na preparação da experiência ou para a intermediar é uma constante nas soluções atualmente existentes, fator este que pode gerar condicionamentos aos jogadores dados os seus complexos desafios de relacionamento interpessoal.

## 2.4 Criação de Videojogos

Atualmente os videogames fazem parte do cotidiano de muitas pessoas com fins principalmente de entretenimento. A exigência e diversidade do público tornou imperativo o aumento de qualidade e complexidade dos videogames no sentido de atender as necessidades e expectativas dos utilizadores. Os motores de jogo (*motor engines*), ferramentas utilizadas para agilizar o desenvolvimento de videogames, acompanharam esta necessidade e consequentemente tornaram o seu uso mais exigente. Esta exigência foi também imposta pelo grande interesse de pessoas de várias áreas na produção de videogames para finalidades de entretenimento, educativas, académicas, etc. Os motores de jogo são utilizados para desenvolver videogames de alta qualidade de forma fácil e rápida sem necessidade de conhecimentos avançados de programação e recursos computacionais (Zarrad, 2018).

Um motor de jogo não é um componente de *software* único que lida com tudo, desde desenhar gráficos, reproduzir sons, comunicar com outros dispositivos, etc., mas sim um conjunto de componentes interativos com responsabilidades distribuídas em que cada componente é responsável por fazer apenas aquilo que é o seu propósito (Eberly, 2014).

Os motores de jogo são constituídos por componentes tipicamente chamados de subsistemas com responsabilidades definidas, como áudio, entrada (*input*), física, *renderer*, inteligência artificial, *scripting*, *networking*, entre outros, que são disponibilizados aos programadores e lhes permite usar as funcionalidades destes componentes possibilitando redução de custos, tempo e mão-de-obra (Zarrad, 2018).

Atualmente, existem diversos motores de jogo como o *Unity* (Unity Technologies, 2021c), o *Unreal* (Epic Games, 2021), *CryENGINE* (Crytek, 2021), *Open3D Engine* (O3DE) (Amazon, 2021), entre outros. A escolha depende do tipo de jogo a criar e da plataforma a que se destina (Tomalá-González et al., 2020; Zarrad, 2018).

Estudos indicam que os motores de jogo *Unity* e *Unreal* são os líderes de mercado (Cvetković, 2018; Tomalá-González et al., 2020), algo que é amplamente confirmado pela comunidade. O *Unity*, atualmente, chega a apresentar-se no seu site como “a melhor plataforma de desenvolvimento em tempo real do mundo”, e, em 2018 afirmava ainda que “é usado para criar metade dos jogos do mundo”. Estas afirmações levaram o antigo e famoso site da indústria de videogames conhecido como “Gamasutra”, criado em 1997 e com a marca recentemente renomeada para “Game Developer”, a avaliar a veracidade destas afirmações através de uma análise aos videogames disponíveis nas duas lojas digitais mais usadas para jogos de computador, Steam e Itch.io, para entender quais os motores de jogo mais comumente utilizados (Game Developer, 2019). A análise concluiu que os motores de jogo *Unity* e *Unreal* estão entre os motores de jogo mais populares, e que, de facto, a maior proporção de jogos disponíveis usou o motor de jogo *Unity*.

O *Unity*, fundado em 2004, é uma plataforma completa que permite construir videogames 2D e 3D multiplataforma, é o motor de jogos geralmente sugerido para iniciantes e tem uma forte

reputação no desenvolvimento de videogames para dispositivos com sistema operativo *Android*. O *Unreal* foi lançado em 1998 pela Epic Games e é conhecido desde a sua origem pela capacidade de produzir gráficos potentes.

Ao nível de codificação o *Unity* tem suporte para a linguagem de programação *C#*. Por seu lado, o *Unreal* suporta a linguagem de programação *C++* e a linguagem de programação visual *Blueprints*.

Relativamente às competências gráficas, ambos têm a capacidade de produzir gráficos de qualidade “AAA” (*Triple-A*), mas neste caso o *Unreal* consegue produzir melhores resultados. Todavia, o *Unity* não fica muito atrás.

Ao nível de funcionalidades, ambos os motores de jogo estão em patamares muito elevados e são muito competitivos entre eles. O *Unreal* possui um subsistema de inteligência artificial mais avançado. O *Unity* tem a desvantagem de não trazer embutida uma funcionalidade de *networking* para multijogador, sendo necessário recorrer a bibliotecas externas, ao contrário do *Unreal* que permite construir jogos multijogador em *C++* e *Blueprints*.

Ambos os motores de jogo possuem um editor muito completo e têm uma versão gratuita, porém, relativamente ao público-alvo, o *Unity* é mais popular entre jogadores independentes e para isso muito contribui o seu editor com uma interface mais amigável que reduz a curva de aprendizagem, uma documentação mais clara e uma comunidade mais ampla. No caso do *Unreal*, é o preferido pelos grandes estúdios de videogames, não só pela qualidade gráfica, mas também por se revelar mais escalável para grandes projetos comparativamente ao *Unity*. Outro aspeto importante e diferencial é o facto do *Unreal* ser *open-source*, o que permite contribuir para o motor de jogo com novas funcionalidades ou criar uma ramificação deste e trabalhar sobre ela.

Em relação à implementação do modo multijogador e à falta de uma solução com esse propósito embutida no próprio motor de jogo, o *Unity* oficializou e recomenda a importação da biblioteca MLAPI (Unity Technologies, 2021b) para implementar soluções multijogador. A MLAPI é uma biblioteca de rede construída para abstrair a implementação de rede, protocolos de baixo nível e estruturas de rede, de forma a permitir aos programadores focarem-se apenas no jogo (Unity Technologies, 2021b). Com o MLAPI a comunicação entre jogadores pela internet pode ser conseguida através de redirecionamento de portas de rede ou recorrendo a um *relay server*, que, não se tratando de um servidor dedicado para alojar e executar uma instância servidor do videogame, é um servidor responsável por receber as mensagens de rede e reencaminhá-las para os clientes. Esta última abordagem é a recomendada pela *Unity*, através da integração do *SDK Photon Transport for MLAPI*, uma biblioteca específica para integrar a MLAPI com o *Photon Realtime*, a solução da Exit Games para a camada de rede utilizada também nos seus produtos de multijogador. A Exit Games é detentora de outros produtos que permitem implementar multijogador em *Unity* e em outros motores de jogo (Exit Games, 2021).

Outra das principais e mais maduras soluções para implementar multijogador no *Unity* é o *Mirror*, uma biblioteca de alto-nível dedicada para o motor de jogo *Unity* (Mirror Networking, 2021).

Relativamente ao desenvolvimento de videogames existem três fases principais: pré-produção, produção e pós-produção. Na fase de pré-produção o jogo é projetado e dela é comum resultar um documento do desenho de jogo, o *Game Design Document* (GDD). Na fase de produção é utilizado o GDD para desenho, desenvolvimento e validação da solução. Por fim, na fase de pós-produção, os videogames são distribuídos e monitorizados. Durante todas estas fases o GDD desempenha um papel fundamental em todo o processo de desenvolvimento do videogame (Salazar et al., 2012).

O GDD é uma ferramenta de documentação comum criada pelos *designers* de jogos e usada para gerir o processo de desenvolvimento, em que tipicamente se descreve em grande detalhe a história do jogo, mecânica do jogo, arte, desenho de níveis, sons e música, desafios e recompensas (deWinter & Moeller, 2016). O GDD, além de formalizar a fase de pré-produção, tem impactos diretos nas vertentes temporal e financeira do projeto de um videogame, com custos inesperados nesta fase quando sucede uma formalização excessiva ou, posteriormente na fase de produção, quando elaborado de forma medíocre (Bethke, 2003; Salazar et al., 2012). Apesar da importância deste documento ser consensual, muitos autores estão também de acordo no facto de não existir uma estrutura estabelecida para um GDD dadas as diferenças significativas entre videogames, acentuando-se maiores disparidades entre géneros de videogame e entre organizações produtoras de videogames (deWinter & Moeller, 2016; Salazar et al., 2012). Face a esta adaptabilidade do GDD e a restrições inerentes aos próprios projetos de desenvolvimento de videogames, surge o SGDD para cenários de jogos de dimensão limitada, em que o tempo disponível para o seu desenvolvimento é uma condicionante e a conceção do documento de uma forma formalizada em conformidade com os padrões da indústria não se revela sustentável, sem que todavia se descure a qualidade e objetividade da informação mapeada nesse documento essencial para a fase de produção (Motta & Junior, 2013).

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos teóricos e tecnológicos que suportaram o desenvolvimento deste projeto. Fez-se uma caracterização da perturbação que afeta o público-alvo, relacionando a minoração do seu impacto com a utilização de tecnologias e concretamente com videogames, referindo a investigação existente nesses âmbitos. Foram apresentados aspetos relacionados com a criação de videogames, com o objetivo de contextualizar a explanação presente do capítulo seguinte, que se refere ao videogame desenvolvido ao longo deste projeto, intitulado *Bug Bzzness*.



### 3. Videojogo *Bug Bzzness*

Este capítulo apresenta o videojogo desenvolvido no âmbito do presente projeto, intitulado por “Bug Bzzness”. Aspectos relevantes tidos em consideração na génese do videojogo e transferidos para o desenho do mesmo são expostos nas subseqüentes secções, assim como é feita uma descrição e caracterização do videojogo e dos elementos que o constituem.

A plataforma tecnológica destino preferencial são dispositivos móveis, sejam eles *smartphones* ou *tablets*, com ecrã de toque baseados em *Android*, sistema operativo mais popular para plataformas móveis atualmente com mais de 70% de cota de mercado mundial em dispositivos móveis (Statista, 2021; Zakari et al., 2014). Por esse motivo, procurou-se que o videojogo possuísse uma jogabilidade e interface gráfica tão otimizada quanto possível para ser jogado em dispositivos móveis, tendo em consideração as dimensões comuns do ecrã presente nestes equipamentos. Não obstante, o videojogo suporta sistemas operativos *Windows* e *MacOS* e adapta-se a resoluções maiores de ecrãs de computadores.

Procurou-se que a interface gráfica e o tipo de interações do videojogo permitam que os jogadores consigam com facilidade e de forma autónoma gerir a sua experiência e ter o domínio sobre ela. Procurou-se adotar formas de interação intuitivas e/ou baseadas nos *standards de facto* de outros videojogos (e.g., formas de movimentação das personagens), de modo a não depender de que os utilizadores precisem de ser sujeitos a alguma forma de aprendizagem extrínseca à experiência de jogo, como manual de utilização ou ecrãs introdutórios com esse propósito.

O desenvolvimento da solução seguiu uma abordagem iterativa e incremental que foi alvo de sucessivos aprimoramentos. No Anexo 1 é reportada a evolução cronológica do desenvolvimento do videojogo, desde as primeiras iterações que fundaram o protótipo na fase de pré-produção.

Para além do videojogo em si, faz parte do resultado deste trabalho o SGDD que se encontra disponível online<sup>2</sup> e que se optou por não anexar ao documento desta dissertação, tanto pela sua extensão quanto pela redundância que iria gerar entre o seu conteúdo e diversas secções do presente documento. Iniciado com o arranque da fase de desenho e mantido ao longo do desenvolvimento, o SGDD retrata, com detalhe, a história, personagens, mecanismos, arte conceptual, áudio e todos os aspetos relevantes considerados durante o desenho do videojogo. É um suporte documental do videojogo e permite a sua continuação. O SGDD expressa-se em uma linguagem descritiva, artística e particularmente técnica, no sentido de permitir a compreensão do mesmo aos demais membros da equipa ou outros que venham a ser envolvidos.

## 3.1 Conceito

De acordo com os requisitos estabelecidos, o videojogo é caracterizado por ser desenhado à luz das particularidades das crianças portadoras de PEA, com propósitos puramente lúdicos, embebido de meios e estratégias que beneficiem o desempenho dos jogadores que adotem comportamentos baseados na comunicação e interação social com outros jogadores. O videojogo não deve ser entendido como detentor de quaisquer intenções educativas ou pedagógicas.

O videojogo classifica-se com um estilo de jogo de ação em mundo aberto e on-line, e como jogo independente (*indie*) (Oddo, 2021) a nível de produção. Dotado de um modo multijogador, o videojogo permite que cada jogador crie o seu próprio mundo de jogo ou se junte a um mundo já existente criado previamente por outro jogador. O jogador pode ainda escolher uma variante gráfica para a sua personagem e definir o nome, comumente designado de *nickname*, pelo qual é identificado no jogo.

*Bug Bzzness* é idealizado com o objetivo claro de que o mundo de jogo deve ter características de promoção do encontro entre jogadores nesse espaço. Este aspeto está embutido na génese do jogo e é considerado no desenho do videojogo como um pilar fundamental. O encontro entre jogadores é de suma importância uma vez que é esse acontecimento que eventualmente irá despoletar a interação entre jogadores. Por esse motivo, o próprio desenho do videojogo intenta implantar estratégias que proporcionem o encontro entre jogadores. No entanto, esta intenção não é manifestada explicitamente aos jogadores, nem tampouco é concebida através de meios que o forcem. Ao invés disso, os objetos de interesse para o jogador, encontram-se distribuídos por todo o mundo do jogo resultando na necessidade de os jogadores, com intuítos exploradores, se deslocarem pelo mundo de jogo e nessa conjuntura ocorrem os encontros entre jogadores mesmo que de forma não intencional. Para diminuir a possibilidade de dispersão de jogadores pelo mundo de jogo que leve à dificuldade em estes se

---

<sup>2</sup> <http://www.estgv.ipv.pt/ludicidade/files/bugbzzness-sgdd.pdf>

encontrarem, o mundo tem uma dimensão condicionada o suficiente para permitir o encontro não intencional num curto período de tempo.

A equipa considerou que seria razoável projetar a experiência para um máximo de 4 jogadores, dadas as dimensões previstas para o mundo de jogo e o equilíbrio desejado entre a oportunidade de colaborar com outras personagens sem que essas interações sejam incontornáveis e determinadas pelo sobrepovoamento do espaço.

O jogador não tem qualquer prejuízo por jogar sozinho e é detentor de todas as habilidades para alcançar os objetivos do jogo sem estar dependente de terceiros. Porém, o videojogo concede recompensas perante a manifestação de interação entre jogadores através de estratégias de grupo. Um grupo, de dois ou mais jogadores, com uma visão simétrica do mundo de jogo, terá um benefício explícito na conquista dos itens do jogo que providencia um favorecimento comum, ao grupo, e individualizado, por jogador. A clareza e visibilidade deste benefício é relevante para que os jogadores compreendam as vantagens que advêm de iniciativas conjuntas e se sintam motivados a tomar atitudes colaborativas e encorajados a repetir esses comportamentos.

O videojogo procura propiciar um ambiente calmo que promova a criação de oportunidades de cooperação entre todos os jogadores, não implicando perdas nas suas conquistas ou gerando rivalidade entre eles. Esta decisão de desenho tem por base a intenção de não criar sentimentos indesejados associados à competitividade e disputa, permitindo uma experiência tão mais duradoura quanto possível, não impondo limitações intrínsecas ao conceito de derrota que poderiam ser mais evidentes em alguns jogadores que, face aos níveis cognitivos heterógenos associados a este público, pudessem demonstrar maiores dificuldades na experiência.

Ainda na linha dos requisitos estabelecidos e à propensão para a repetição de comportamentos e interesse fixo verificados em pessoas portadoras de PEA (Hyman et al., 2020), o videojogo foi concebido com um número restrito de espécies de flor e itens recolhíveis, resultando em uma diversidade considerada suficiente nesta fase do videojogo para avaliar o seu impacto de acordo com os seus propósitos.

Contudo, a aleatoriedade programada, e também as repercussões das ações dos jogadores, garante que em cada execução o mundo se apresenta diferente. Cada mundo de jogo distribui aleatoriamente as flores pelo espaço e consequentemente a localização dos itens recolhíveis, que também eles são gerados em quantidade e tipo aleatórios. Os restantes elementos do mundo de jogo, não interativos, são estáticos e permanecem entre sessões de jogo.

As diretrizes referidas a secção 1.3, publicadas pela equipa de investigação (Alves et al., 2021) e que guiam as suas produções, foram tidas como linhas orientadoras na conceção do videojogo. No entanto, nesta fase, não foi considerada a 4ª diretriz (foco no desenho de níveis na sofisticação da comunicação e interação). Esta decisão da equipa teve por base dar prioridade à qualidade do desenho do videojogo em respeito às outras cinco diretrizes, aliada no facto de na fase em que o presente projeto se enquadra no desenvolvimento mais alargado

do videogame não ter sido alcançado um nível de satisfação completo dentro da equipa que sugerisse haver necessidade de explorar novos formatos de comunicação.

## 3.2 Enredo

*Bug Bzzness* acontece num jardim repleto de trevos. O jardim é amplo e nele existem imensas flores, de espécies várias, e algumas rochas pelo meio. A personagem principal é uma joaninha que pode ter três variantes de cor conforme apresenta a Figura 3-1.



Figura 3-1: Personagens de jogo

A joaninha consegue ir onde quiser no jardim, só não pode transpor o muro que o delimita. Para além do muro, apenas existe uma floresta densa, que nada tem para oferecer à joaninha. A Figura 3-2 apresenta o cenário completo do mundo de jogo.

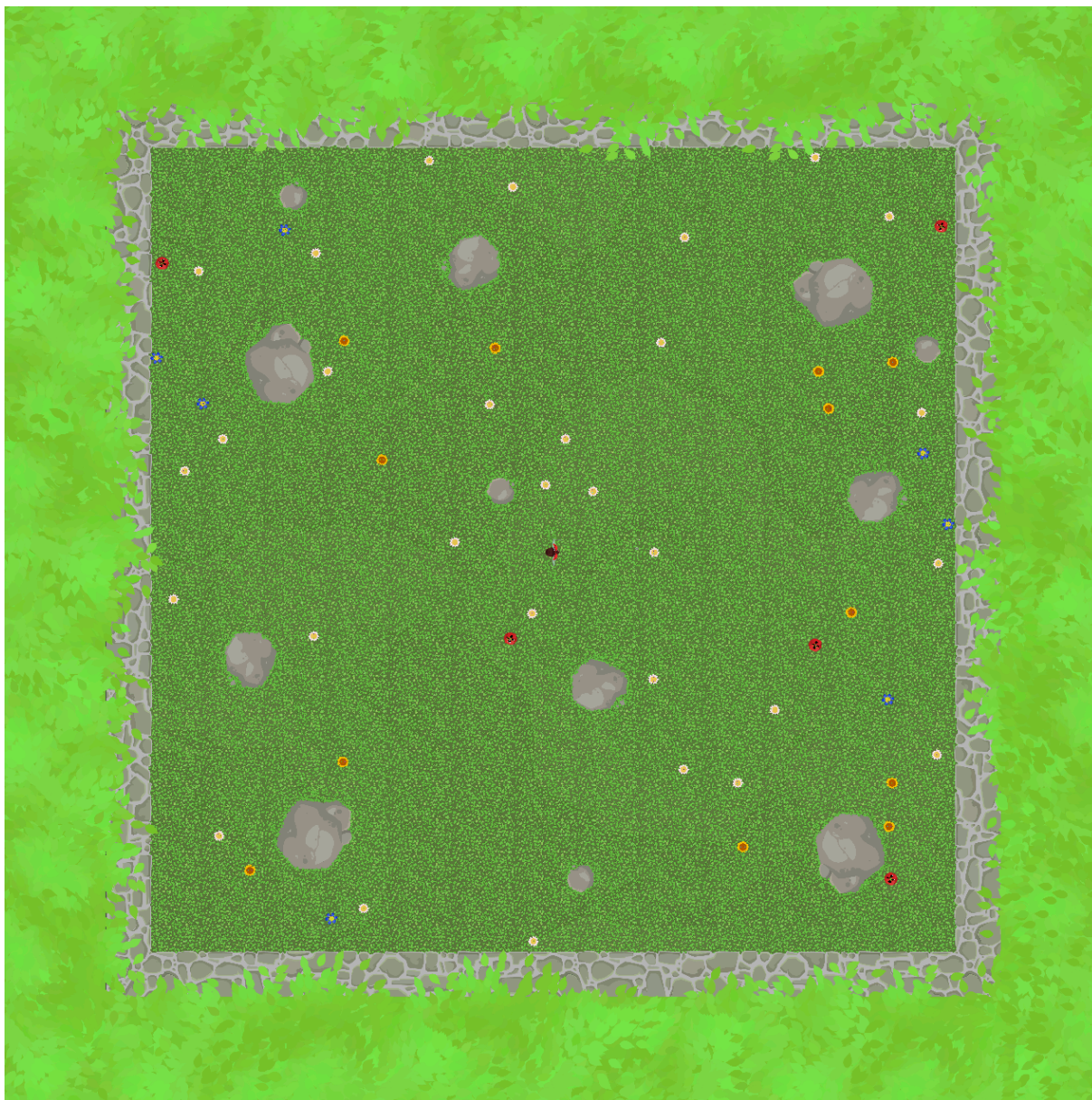


Figura 3-2: Mundo de jogo de *Bug Bzzness*

Voando pelo jardim, a joaninha vai encontrar as flores que possuem os itens que esta procura colecionar. A joaninha desce até às flores, pousa e caminha sobre elas para recolher todos os itens de cada flor. Ao aproximar-se do item a joaninha começa automaticamente a recolhê-lo. A recolha implica despende algum tempo, mas a espera é recompensada com um exemplar do item na sua coleção pessoal. A Figura 3-3 demonstra o momento em que duas joaninhas recolhem itens que a flor tem para oferecer, onde se ilustra também o gráfico que surge em redor do item a representar o progresso da recolha.



Figura 3-3: Joanelhas a recolher itens

As joanelhas podem cooperar na recolha de um item e, quando isso acontece, é necessário menos tempo para o recolher. Neste cenário, o gráfico do progresso sinaliza a cooperação mudando para a cor branca como mostra a Figura 3-4, em que duas joanelhas se ajudam mutuamente para recolherem um item.



Figura 3-4: Joanelhas a recolher itens em conjunto

As flores são objetos com especial relevância na experiência, pelo que a equipa também investiu esforço na sua produção. Existem flores de diferentes espécies e umas são mais raras

do que outras. O jardim tem camomilas, girassóis, margaridas azuis e papoilas, apresentadas por esta mesma ordem na Figura 3-5. As camomilas são menos raras e, por isso, mais comuns no jardim, enquanto as papoilas são mais preciosas e existem em muito pouca quantidade.

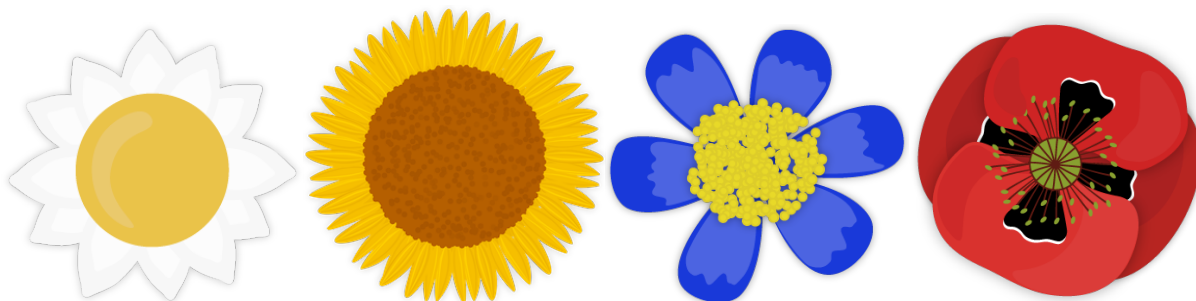


Figura 3-5: Espécies de flores

O mesmo acontece com os itens recolhíveis, uns existem em maior abundância e outros são mais difíceis de encontrar. Os itens adotam a forma de uma bolha, possuem uma animação ondulante do seu corpo e são ainda caracterizados por cinco variantes de cor - roxo, verde, azul, laranja e rosa - como ilustra a Figura 3-6.

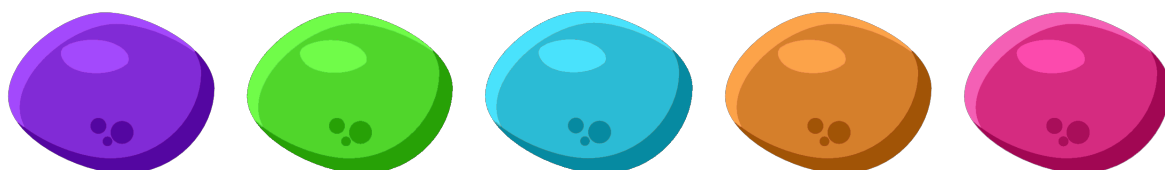


Figura 3-6: Itens recolhíveis sobre as flores

As bolhas surgem em conjunto com as flores, e permanecem dispostas sobre ela.

O desafio está em encontrar os itens mais raros, pois eles só se encontram nas flores mais raras, o que torna desafiante conseguir colecionar itens de todas as variedades. Adicionalmente, os itens mais raros necessitam de um esforço maior levando mais tempo para serem recolhidos. A cooperação entre joaninhas é determinante na recolha de qualquer item pois acelera consideravelmente o evento, sem implicar a divisão do espólio pelos cooperantes: todas as joaninhas recebem os objetos em causa.

O sistema de economia do jogo e, nomeadamente, o universo dos colecionáveis (tanto em termos da sua definição como de produção/aquisição dos respetivos gráficos) é algo que a equipa de investigação ainda se encontra a trabalhar.

As flores têm um ciclo de vida havendo condições em que deixam de existir: quando os jogadores recolhem todos os itens da flor, essa flor acaba por desaparecer, ao fim de algum tempo, e uma nova flor da mesma espécie nasce para a substituir, algures no jardim, garantindo-se desta forma o dinamismo e a distribuição das espécies.

A joaninha pode colecionar itens, enquanto o jardim garante que estes nunca acabem, plantando novas flores pelo espaço com novos itens.

## 3.3 Personagens

Como referido anteriormente, a personagem do jogo escolhida foi a joaninha. A joaninha, no entender da equipa, é um animal percecionado como inofensivo e que geralmente reúne a simpatia das pessoas, e por isso tem uma maior probabilidade de gerar empatia por parte dos jogadores. Existem muitas espécies, cores e padrões, o que inspirou a introdução de variantes de personagem embora, não haja uma intenção de mapear objetivamente as variantes reais. Existe inclusivamente a intenção de as desafiar, estando prevista, para futuro, a possibilidade de os jogadores personalizarem a apresentação das suas joaninhas, recorrendo a um editor e a recursos que já tenham conquistado durante o jogo.

A joaninha realizada tem um aspeto análogo ao inseto na vida real, com corpo semiesférico, seis patas e duas antenas na cabeça. No corpo, existe o élitro, uma carapaça protetora das suas asas membranosas.

O modo de movimento da joaninha compreende a deslocação via terrestre e aérea, podendo caminhar sobre as flores e voar pelo jardim. Estas deslocações são efetuadas sob um efeito de animação que procura simular o movimento da joaninha na vida real. Para caminhar, a joaninha movimenta as patas como ilustra a Figura 3-7.



Figura 3-7: Sequência de animação de caminhar

Analogamente, o movimento em voo, foi criada uma animação. Neste caso as diferenças entre as 32 imagens que constituem a sequência são mais subtis, pelo que na Figura 3-8 se representa apenas uma dessas imagens, com o intuito de demonstrar a aparência da joaninha a voar: o élitro abre-se e estendem-se as asas que batem continuamente, mesmo que não haja deslocamento.



Figura 3-8: Joaninha em voo

### 3.4 Movimentação

O videojogo é caracterizado por uma interação sobre objetos, em que a joaninha, com total liberdade para voar pelo jardim, tem a habilidade de descer e pousar sobre as flores existentes no jardim. A descida para uma flor acontece automaticamente com a aproximação da joaninha. Quando esta pousa na flor, pode caminhar sobre ela, tendo dessa forma a habilidade de se deslocar até aos itens que aí se encontram. Para recolher os itens, basta que a joaninha entre em contacto com os mesmos, tornando visível o estado do progresso da recolha. A joaninha pode retomar o processo caso ocorra uma interrupção, ou outra joaninha pode-o continuar. O esforço representado como o tempo necessário para recolher o item varia conforme a preciosidade do item e de acordo com o número de joaninhas que estão a contribuir para a recolha do item. Nomeadamente, o esforço coletivo de vários jogadores diminui consideravelmente esse tempo. No término da recolha, todas as joaninhas participantes na recolha do item são recompensadas com uma unidade desse item, independentemente da contribuição que foi dada durante o processo. O item é adicionado à coleção do jogador, e é atualizado o inventário apresentado.

A joaninha pode girar para qualquer direção e desloca-se a uma velocidade constante. Como referido, a comutação entre modo de voo e modo caminhante é automática. No modo de voo, a joaninha altera para o modo caminhante ao se deslocar em direção à flor. Após completar a descida até à flor, alcança a zona das pétalas e pousa. No modo caminhante, a joaninha retoma ao modo de voo ao afastar-se do centro da flor e ultrapassando as pétalas da flor.

O jogador dispõe de dois métodos de controlo para movimentar a personagem: teclado físico e *joystick* virtual. O videojogo está preparado para deslocar a joaninha perante os conjuntos de comandos com as habituais teclas “WASD” e com as setas “↑ ← ↓ →”.

- W ou ↑ - mover para cima;
- A ou ← - mover para o lado esquerdo;
- S ou ↓ - mover para baixo;
- D ou → - mover para o lado direito.

O *joystick* virtual, representado na Figura 3-9, permite os mesmos movimentos possíveis com o teclado. O *joystick* é particularmente importante nos dispositivos móveis, uma vez que permite ao jogador comandar facilmente todos os movimentos da sua joaninha através do toque no ecrã do dispositivo.



Figura 3-9: Joystick virtual de controlo da personagem

Em plataformas onde coexistam o teclado físico e um ecrã *touchscreen*, ambos são válidos para controlar a personagem.

Cada um destes controlos permite direcionar a joaninha em  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$ . A combinação de duas teclas permite movimentar a joaninha em  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  e  $315^\circ$ , tal como ilustra a Figura 3-10.

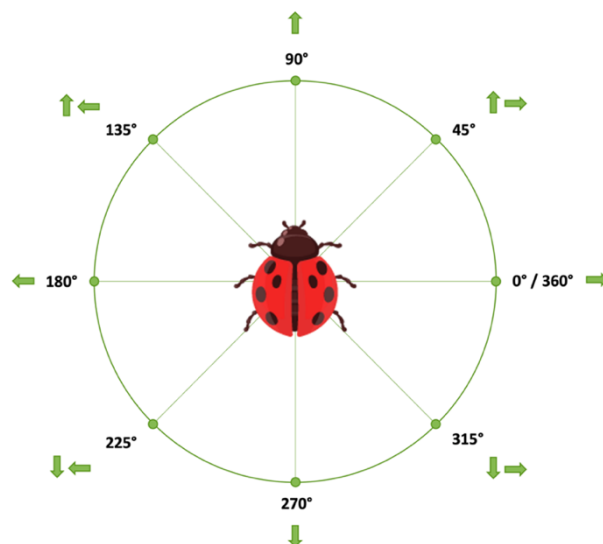


Figura 3-10: Ângulos de movimento da personagem

### 3.5 Sistema de Localizadores

O sistema de localizadores informa o jogador através de uma interface posicionada no perímetro limítrofe da vista do jogo relativamente à posição de outros jogadores e de flores já descobertas. Este sistema procura ajudar o jogador a ter uma navegação mais fácil dentro do jardim, através da identificação clara dos objetivos, permitindo movimentos mais assertivos e uma tomada de decisão suportada. O sistema de localizadores monitoriza em tempo real a localização de outras joaninhas e de flores descobertas que não se encontrem na área de visão do jogador. A monitorização das joaninhas é automática, sendo cada joaninha monitorizada a

partir do momento em que se junta ao jardim. As flores são descobertas no momento em que uma joaninha no jardim visualiza uma determinada flor que ninguém havia encontrado até então. Este descobrimento é transmitido ao sistema de localizadores e disseminado por todas as joaninhas.

A monitorização de uma joaninha termina quando esta abandona o jardim. Em relação às flores, a monitorização termina quando a flor morre.

Existe um localizador por cada alvo - flor ou joaninha - representado visualmente por um objeto de imagem. A localização do objeto indica em tempo real o caminho mais perto em linha reta para chegar ao alvo. O sistema verifica individualmente a distância entre a joaninha e cada alvo e varia o tamanho do objeto no sentido de fornecer um indicador de proximidade.

O localizador da joaninha possui sempre o mesmo objeto de imagem, apresentado na Figura 3-11, e é caracterizado por rodar conforme a rotação da joaninha respeitante. Esta particularidade comunica ao jogador de forma explícita o movimento da joaninha e inferir para que localização a joaninha se está a dirigir.



Figura 3-11: Localizador de outra joaninha

O localizador da flor comuta entre três estados:

- **normal:** a flor quando nasce e enquanto detém itens encontra-se no estado normal.
- **ativo:** uma flor ativa significa que uma joaninha se encontra pousada sobre a flor. Este estado aciona um efeito de chamamento visual representado por uma animação da escala do tamanho do localizador, aumentando e diminuindo o localizador ininterruptamente.
- **desativo:** flor desativa representa o estado em que a flor já não possui nenhum item e consequentemente encontra-se com a sua morte agendada. Este estado serve-se do mesmo localizador da flor no estado normal e aplica uma transparência ao objeto.

A monitorização de alvos do sistema de localizadores é apresentada ao jogador com recurso aos três objetos expostos na Figura 3-12, porém, apresentam-se no videojogo com cor branca. A primeira imagem é relativa ao localizador de uma flor, a segunda imagem ao localizador de uma flor ativa e a terceira imagem é referente ao localizador da joaninha.



Figura 3-12: Localizadores de flores descobertas

O sistema de localizadores é disponibilizado a todos os jogadores e encontra-se posicionado nas extremidades da vista do jogo por onde distribui os objetos localizadores como ilustra a Figura 3-13.



Figura 3-13: Sistema de localizadores

O evento de descoberta de uma flor por parte de um jogador e consequente início de monitorização da flor alvo por parte do sistema de localizadores é assinalado a todos os outros jogadores através do aparecimento de um novo localizador na extremidade da vista do jogo na direção do alvo. O aparecimento de um novo localizador é complementado com uma animação da escala da imagem do localizador que aumenta e retorna ao tamanho original. O jogador que descobriu a flor apenas vê o localizador com a respetiva animação quando a flor alvo deixa de estar ao alcance do seu campo de visão. Neste caso a animação funciona como uma tentativa de certificação de que o jogador constata o descobrimento de uma nova flor durante o seu movimento, uma vez que a flor pode cruzar a área de visão da joaninha por um breve instante e a atenção do jogador pode não estar focada na direção dessa flor em particular.

Portanto, o sistema de localizadores foi desenhado com o objetivo de promover a cooperação e solidariedade entre jogadores e ser um impulsionador de tomadas de iniciativa de interação entre jogadores, sinalizando explicitamente oportunidades de comunicação e informação que permite aos jogadores tomar decisões mais assertivas durante toda a sessão de jogo. Apesar do jardim não ter obstáculos no seu interior e assim tornar a navegação menos complexa, a orientação concedida ao jogador através do sistema de localizadores tem também como propósito impactar de forma direta a rapidez e simplicidade de navegação da joaninha no jardim e a celeridade com que os jogadores alcançam os seus objetivos.

### 3.6 Arte

A arte do videogame procura representar o mundo, os sentimentos e a fantasia como algo mais próximo dos jogadores.

*Bug Bzzness* utiliza arte 2D (Unity Technologies, 2020) e possui uma perspectiva de cima para baixo (*top-down*) (Jan, 2017; Peachpit, 2003) em terceira pessoa.

Os elementos de arte gráfica utilizados foram produzidos propositadamente e à medida por membros da equipa do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025, mediante iterações sistemáticas de aprimoramento no desenrolar do presente projeto. Os objetos utilizados como itens recolhíveis derivam de “*Animated liquid globule*”, criado Robert Brooks e adquirido em [gamedeveloperstudio.com](http://gamedeveloperstudio.com). Estes gráficos foram apenas recoloridos, de forma a melhor se adaptarem à paleta de cores do universo de Bug Bzzness. “*Stone background*” foi também adquirido nas mesmas condições e, embora depois de muita edição, serviu de ponto de partida para a criação dos elementos gráficos que envolvem pedra no mundo de jogo.

A arte do videogame utiliza gráficos planos bidimensionais (2D), chamados de *sprites*. No entanto, o videogame simula um mundo tridimensional (3D). Para o efeito explora-se o eixo de profundidade. Os objetos do mundo são dispostos em diferentes altitudes, resultando numa distribuição em três planos: terreno, flores e ar.

A Figura 3-14 ilustra em perspectiva o posicionamento em altitude das flores em relação ao jardim, no plano respetivo, e o plano aéreo onde a joaninha voa.

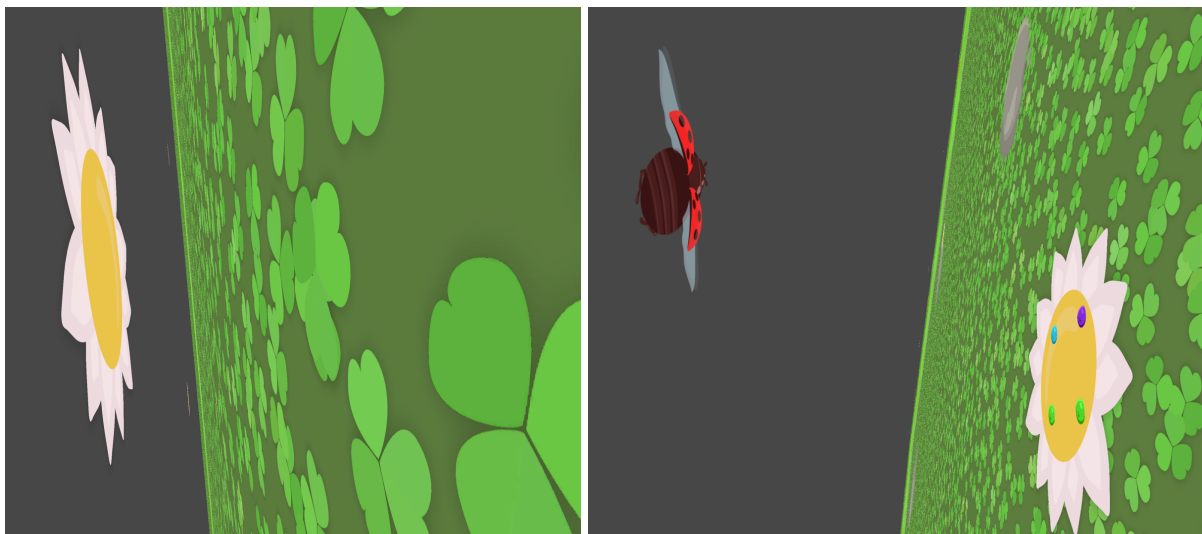


Figura 3-14: Posicionamento dos objetos em planos

## 3.7 Interface Gráfica

Os menus do sistema têm impacto na usabilidade e são por isso um dos aspetos relevantes a ter em conta no desenho do jogo. Uma interface de menu de jogo visualmente consistente, legível e fluente, com camadas bem organizadas e simples favorece a conveniência do jogador nas suas ações e contribuem para gerar um efeito positivo no jogador (Johnson & Wiles, 2003; Y. Y. Ng et al., 2018).

Federoff (2002) compilou uma lista de heurísticas de jogo relativamente à interface das quais se destacam as seguintes:

- Controlos intuitivos e mapeados de forma natural;
- Minimizar as opções de controlo;
- A interface não deve ser intrusiva;
- O jogador deve ser sempre capaz de identificar o seu estado/pontuação no jogo;
- As interfaces do jogo devem ser consistentes em controlo, cor, tipografia e desenho de diálogo;
- Usar sons para fornecer *feedback* significativo;
- A arte deve ser autoexplicativa sobre a sua função.

A interface gráfica de *Bug Bzzness* é constituída por menus interativos e elementos não interativos, que têm como objetivo facultar uma conveniente gestão da sessão e fornecer informações do estado do jogo.

Os menus interativos são os seguintes:

- **Menu inicial:** apresentado no arranque do jogo, permite entrar num mundo já existente ou criar um novo mundo;

- **Menu do jogo:** disponibiliza, sobre a visualização do mundo, o acesso ao menu de sons e a opção de abandonar o jogo;
- **Menu de sons:** permite controlar os volumes dos sons (música, ambiente, zumbido e outros efeitos).

A Figura 3-15 representa o fluxograma das interações a partir do menu inicial.

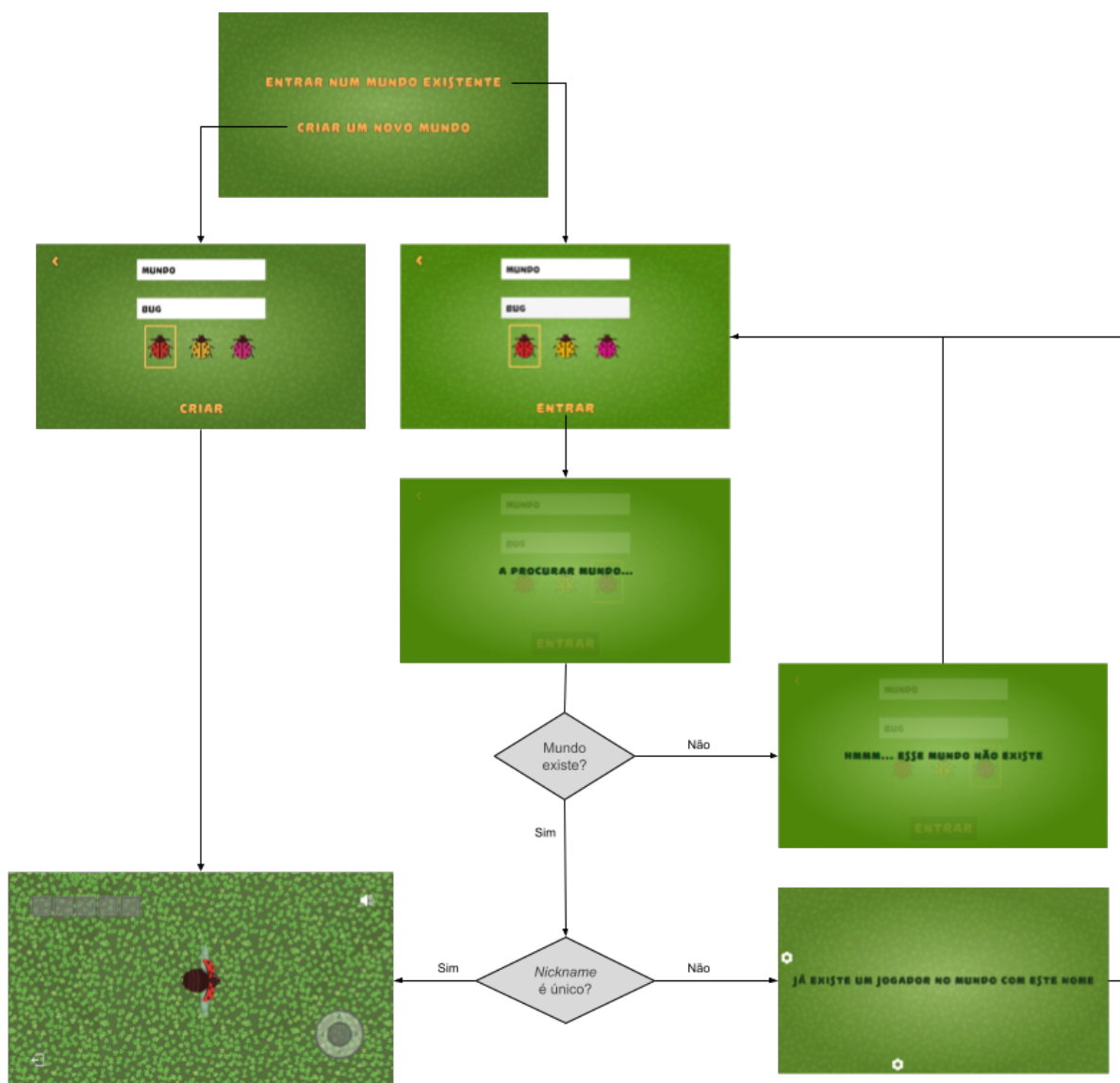


Figura 3-15: Fluxograma para início de jogo

O menu inicial tem desde logo como plano de fundo o jardim onde decorre a experiência de jogo. O menu disponibiliza duas opções ao jogador para este preparar o mundo de jogo conforme mostra a Figura 3-16.

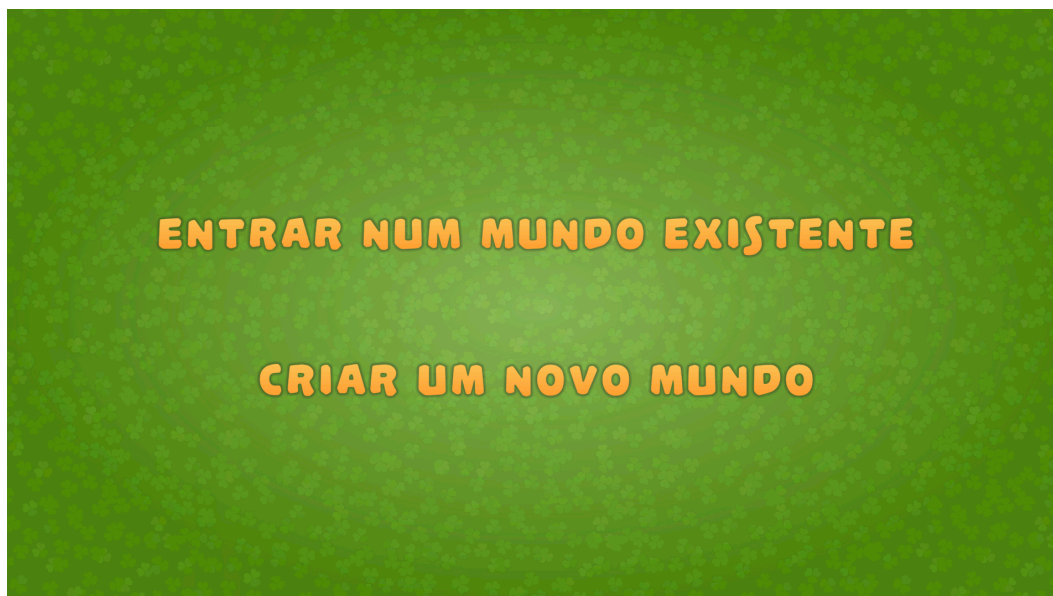


Figura 3-16: Menu inicial

Este menu permite ao jogador escolher entre entrar num mundo já existente ou criar o seu próprio mundo. No atual estado de desenvolvimento, para que um jogador entre num mundo já existente precisa de conhecer a sua designação, de alguma forma que não por via da interface, e.g., por comunicação oral com outro jogador do mesmo mundo que se encontre presente. Este é um aspeto a melhorar, em futuras versões, e que idealmente passará por listar e permitir escolher mundos de entre os que existam num determinado momento.

A ordem das opções foi alvo de atenção na fase de desenho do videojogo e tem em consideração a vontade de que os jogadores vejam como primeira opção entrar em um mundo existente, procurando desta forma que o jogador se junte a um jardim onde já existam outros jogadores, em desfavor de criar um novo mundo e jogar sozinho.

Ambas as opções exibem a janela do mundo, diferindo apenas no verbo inscrito no botão final, e permitem especificar o mundo onde quer jogar e o nome com o qual pretende ser identificado no jogo. Adicionalmente, o jogador tem a possibilidade de escolher a variante de personagem com que deseja jogar. A Figura 3-17 apresenta a janela da opção de criação de um novo mundo.



Figura 3-17: Janela de criação de um mundo

O nome do mundo é o atributo que é utilizado para iniciar uma sessão de multijogador de forma a tornar o mundo disponível para outros jogadores se juntarem no mesmo jardim. O nome do jogador é o atributo que identifica o jogador no jardim e é relevante para o reconhecimento dos jogadores por parte de um mediador/observador da experiência.

Na sequência das escolhas efetuadas, o videojogo tenta estabelecer uma ligação à respetiva sessão e nesse entretempo é apresentada a mensagem ilustrada na Figura 3-18.



Figura 3-18: Mensagem de ligação à sessão

Caso não seja possível encontrar a sessão do mundo ou caso já exista nesse mundo um jogador com o mesmo nome, a interface informa o motivo pelo qual não foi possível juntar-se à sessão. Adicionalmente, cada sessão de jogo tem o limite de 4 jogadores, e, por isso, se a sessão se encontrar lotada, o jogador será igualmente informado.

Se a ligação for estabelecida com sucesso, o jogador é encaminhado para o espaço do jardim e inicia desde logo a experiência.

Com o início da sessão, são apresentados o menu do jogo e os elementos não interativos da interface, sendo estes os seguintes:

- **Inventário:** espólio de itens do jogador;
- **Localizadores:** posições de outros jogadores e de flores já descobertas.

A Figura 3-19 ilustra a interface do jogo no início da sessão que é do tipo HUD (“*head-up display*”), ou seja, que está sobreposta à visualização do próprio mundo de jogo. Nesta fase, faz ainda parte da interface do jogo o *joystick* virtual. Estes elementos encontram-se posicionados num perímetro limítrofe à vista do jogo, salvaguardando, mesmo assim, uma margem interior reservada ao sistema de localizadores.

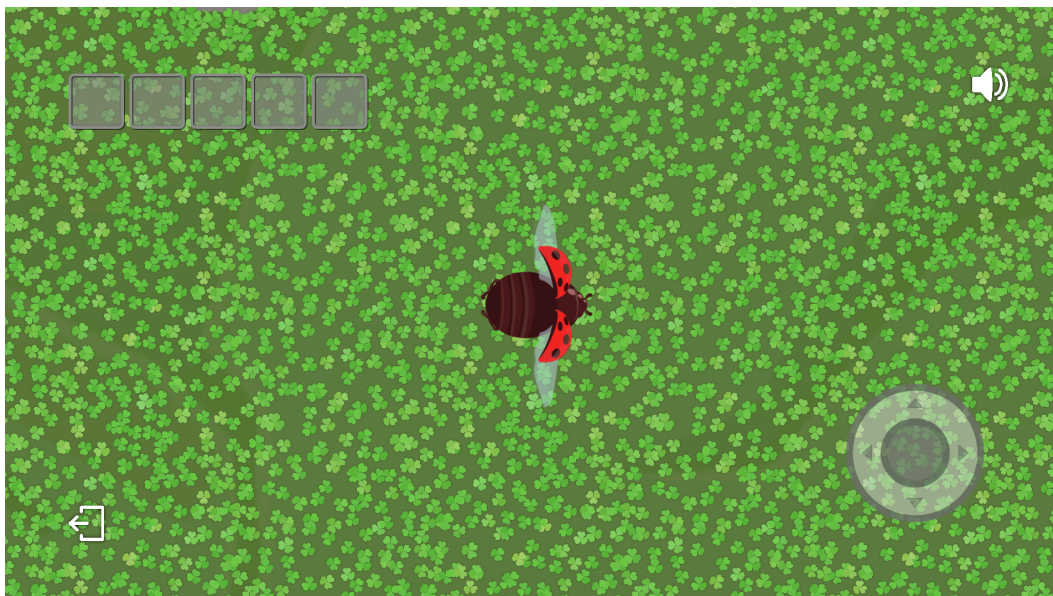


Figura 3-19: Início do jogo

O inventário encontra-se posicionado no canto superior esquerdo e apresenta as quantidades de itens recolhidos pelo jogador. Dispõe de cinco espaços, para cada tipo de item. A Figura 3-19 mostra o inventário no estado inicial com o espólio vazio, tendo cada espaço um tom de cor cinza. A ordem de disposição dos itens no inventário segue o seu nível de preciosidade.

Quando o jogador recolhe o primeiro exemplar de um determinado tipo de item, o espaço do inventário respetivo é pintado com a cor específica do item recolhido e surge a indicação da quantidade. À medida que o jogador avoluma o seu espólio, o inventário reflete o acumulado de cada item, como ilustra a Figura 3-20.

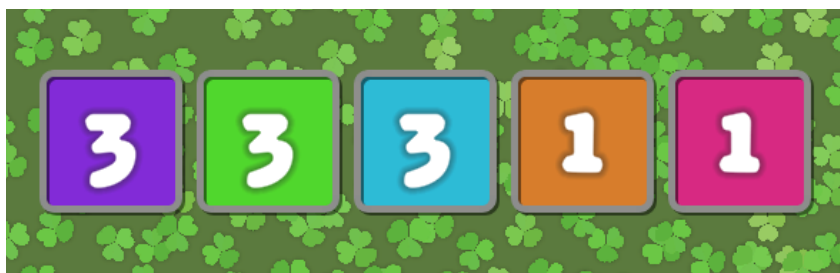


Figura 3-20: Inventário do jogador

A interface do jogo contempla a opção de visualizar a identificação do jardim e a listagem dos jogadores participantes, conforme apresentado na Figura 3-21. Esta vista não é considerada relevante para a experiência do jogador, porém, é valiosa para o mediador/observador da experiência. Assim, a vista inicia-se oculta e existe a opção de comutar a sua visibilidade através da tecla “T”, interação esta que requer a presença de um teclado.



Figura 3-21: Informação do jardim

Por sua vez, o **menu do jogo** disponibiliza as opções de abandonar o mundo de jogo e de aceder ao menu de sons.

O jogador pode, a qualquer momento, abandonar o jardim. No entanto, no atual estado de desenvolvimento, essa decisão implica a perda do espólio conseguido até então. Por esse motivo, o videojogo acautela esta ação, informando o jogador sobre as consequências do abandono do jardim e solicita a sua confirmação para efetivar a saída do mundo, conforme a Figura 3-22.

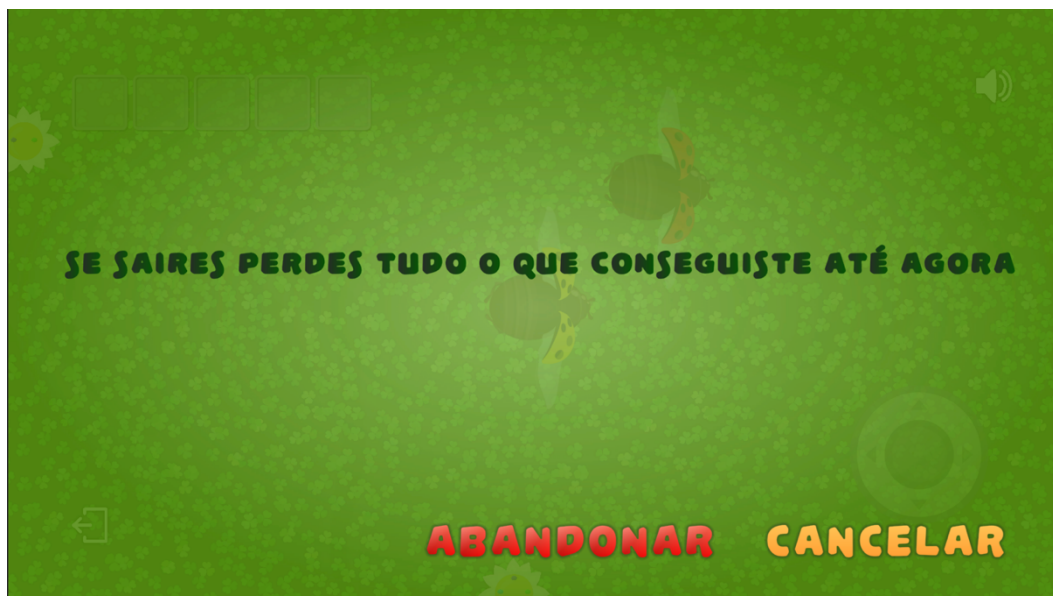


Figura 3-22: Diálogo para abandono do mundo (vista de um jogador convidado)

Importa ainda entender que as consequências dependem do papel desempenhado pelo jogador, isto é, o jogador anfitrião (aquele que criou o mundo e convidou os demais jogadores) tem uma maior responsabilidade sobre o jogo comparativamente ao jogador convidado. A responsabilidade superior do jogador anfitrião deriva de, tecnicamente, a sessão do jogo terminar para todos os participantes com o abandono do anfitrião do jardim. Por esse motivo, o abandono deste jogador e o consequente encerramento do mundo, resulta no término abrupto da sessão para os restantes jogadores participantes até então.

Assim, perante a intenção de abandono do jogador anfitrião e com o objetivo de evitar a consequências eventualmente inadvertidas nos jogadores convidados, pelo fim precipitado do jogo, a janela de diálogo informa o jogador anfitrião acerca das consequências do seu abandono de acordo com a presença ou não de jogadores convidados como ilustra a Figura 3-23.

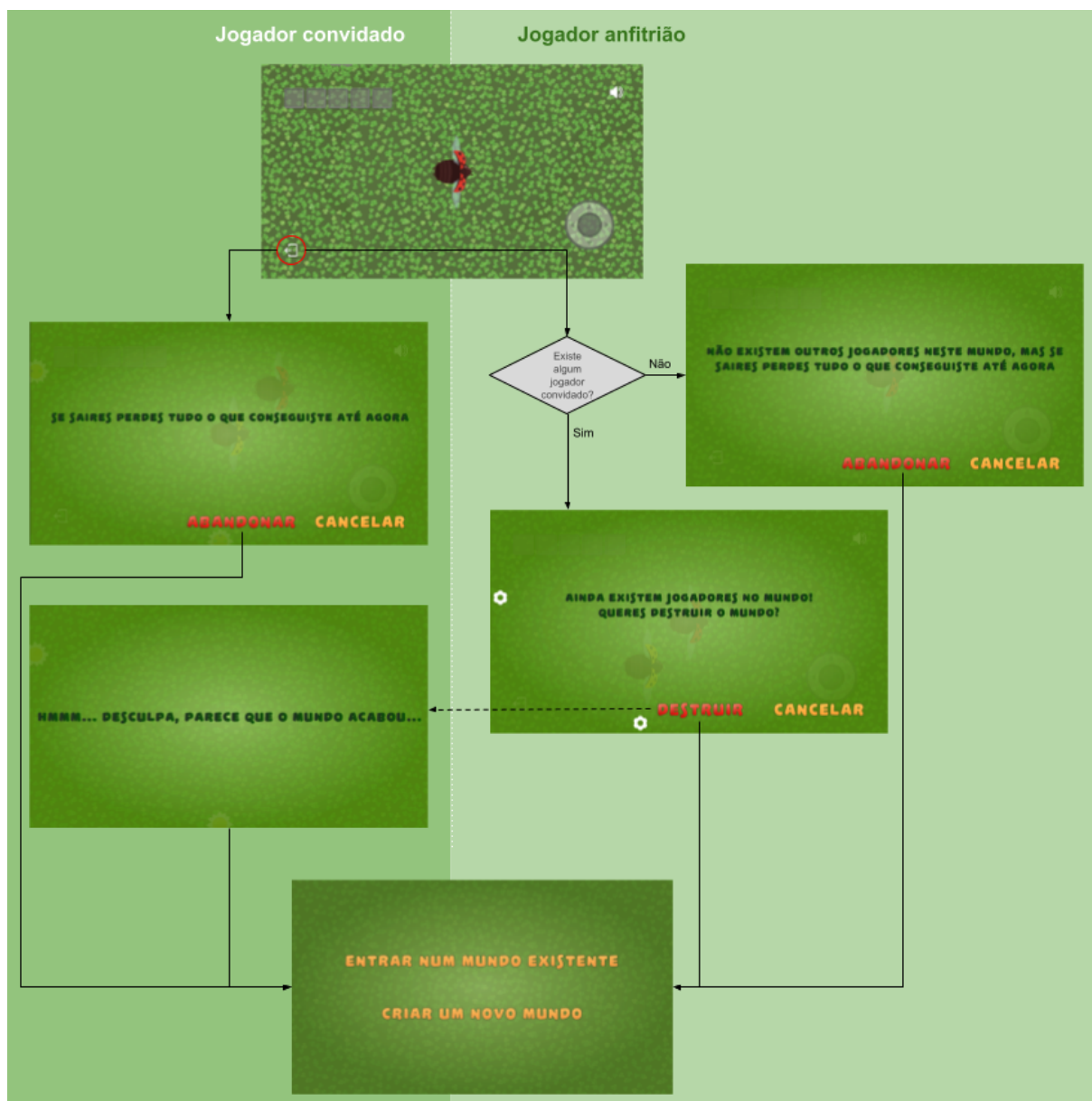


Figura 3-23: Fluxograma para abandono do mundo

O **menu de sons**, apresentado na Figura 3-24, permite ao jogador controlar o volume dos diferentes reprodutores de som individualmente durante a sessão do jogo.



Figura 3-24: Menu de controlo de sons

Cada reproduzidor de som está pré-configurado com um volume que, no conjunto de todos os sons, se entende gerar uma trilha sonora harmoniosa, apresentada na secção seguinte.

## 3.8 Som

O som atua como um elemento essencial no desenho de videojogos. No entanto, é frequentemente subestimado em detrimento de outros aspetos, nomeadamente dos elementos gráficos (Klimmt et al., 2019; Rauscher, 2013).

O som tem o potencial de gerar um estado motivacional intimamente ligado ao jogo que leva ao aumento da experiência de fluência por parte dos jogadores (Sherry, 2004). Além desta dimensão afetiva, o som do jogo pode funcionar como suporte de jogabilidade e desempenhar um papel relevante em aspetos de usabilidade no que concerne à disponibilização de informação relativa ao estado do jogo (Alves & Roque, 2011; Federoff, 2002). Contudo, o impacto da música na experiência do jogador difere mediante a convivência com outros sons, podendo, se a composição não for convenientemente desenhada, levar a estados de tensão (Klimmt et al., 2019).

No presente projeto, a utilização de som precisa adicionalmente de ter também em conta as especificidades do público-alvo. De acordo com a DSM-5, um dos sintomas da PEA é a hipersensibilidade auditiva, que se traduz numa relação atípica com o som (American Psychiatric Association, 2013). Como corolário deste sintoma, existe a sensação de incómodo e dificuldade em lidar com os ruídos do quotidiano. O sintoma é particularmente crítico em crianças que muitas vezes ainda se encontram a aprender a gerir as sensações produzidas pelos sons.

Com a composição sonora de *Bug Bzzness*, pretende-se potenciar a imersão do jogador e contribuir como um elemento de divertimento e distração. Face ao problema sensorial acima descrito, optou-se por sons calmos e inspirados na natureza, tentando evitar reações adversas ou exageradas.

O videojogo foi preparado com reprodutores de som independentes para diferentes elementos da composição, com o propósito de facultar liberdade na gestão daquilo que deseja ouvir durante o jogo. O videojogo dispõe de um menu de sons em que cada tipo de som está pré-configurado com um volume que, no conjunto, se entende gerar uma trilha harmoniosa.

A trilha sonora do videojogo é composta por cinco tipos de sons:

- **Introdução**<sup>3</sup>: melodia reproduzida no menu inicial;
- **Música**<sup>4</sup>: melodia reproduzida durante o jogo;
- **Ambiente**<sup>5</sup>: sons naturais, como pássaros, água a correr e outros sons que contribuem para reforçar a perceção da presença num jardim;
- **Zumbido**<sup>6</sup>: som do batimento das asas da joaninha;
- **Outros efeitos**<sup>7,8</sup>: e.g. sons de interação com itens recolhíveis sobre as flores.

O zumbido simboliza o som do bater de asas da joaninha. Pela natureza do próprio som, é suscetível de ser considerado incomodativo se reproduzido continuamente quando a joaninha se encontra a voar. Por esse motivo, o zumbido é apenas reproduzido quando a joaninha, em modo de voo, inicia um movimento ou muda de direção. Adicionalmente, e pelo mesmo motivo, apenas é audível a cada jogador o zumbido da sua própria joaninha, sendo ignorado o zumbido de todas as outras joaninhas que se possam encontrar próximas.

O som de recolha de um item reforça a relevância da ação. Quando a recolha é concluída e o jogador recebe o item na sua coleção, é reproduzido um som, sinalizando o ganho conquistado. Tirando partido de um padrão existente noutros jogos, recorreu-se ao som semelhante ao de uma moeda. Este som tem o potencial de ser mais facilmente compreensível e reconhecido como a conclusão de algo benéfico para o jogador, contribuindo também para isso o facto de ser um som comum neste tipo de interação que representam o ganho de algo.

---

<http://www.estgv.ipv.pt/ludicidade/files/bugbzzness-sgdd.pdf>

LINK "<http://humblebundle.com/>"([humblebundle.com](http://humblebundle.com/))

<sup>4</sup> Adaptado de “Caketown - Cute/playful”, disponível em: <https://opengameart.org/content/caketown-cuteplayful> (Matthew Pablo, 2012)

<sup>5</sup> “Nature Countryside Late Winter Rural Morning Atmosphere Quiet Crows Squawks Nic” (item 66812129), adquirido à Pond5 Media ([pond5.com](http://pond5.com))

<sup>6</sup> “Wasp Wings 1” de Wakerone, sob licença Creative Commons 0, descarregado da plataforma freesound, em <https://freesound.org/s/398486/>. Este som foi processado por forma a se aproximar mais da representação do batimento das asas de uma joaninha.

<sup>7</sup> AC\_Dreamy\_Chimes\_01\_Slow.wav, que faz parte do “Anime Comedy Sound Effects Pack” da W.O.W SOUND ([wowsound.com](http://wowsound.com)), adquirido via “Humble Music & Sound Effects for Games, Films, and Content Creators Bundle Part 2” da Humble Bundle ([humblebundle.com](http://humblebundle.com))

Este som foi editado por forma a se tornar mais extenso e de modo a durar por todo o tempo de recolha de um item.

<sup>8</sup> “Picked Coin Echo”, disponível em: <https://opengameart.org/content/picked-coin-echo> (NenadSimic, 2012)

### 3.9 Classificação Etária

A classificação etária de videogames informa os seus consumidores, com a principal intenção de garantir que crianças e menores não são expostos a videogames inadequados para a sua faixa etária.

Em Portugal é adotado o sistema *Pan European Game Information* (PEGI, 2017). O PEGI é usado principalmente na Europa e na Ásia e possui dois níveis de informação para orientação: rótulos de classificação etária e descritores de conteúdo.

A produção do videogame *Bug Bzzness* teve como objetivo obter uma classificação que reflita a sua adequação para todas as faixas etárias, ou seja, o rótulo PEGI 3 apresentado na Figura 3-25.



Figura 3-25: Rótulo PEGI 3 da classificação etária

De acordo com a página oficial PEGI, “O conteúdo dos jogos com uma classificação PEGI 3 é considerado adequado para todos os grupos etários. O jogo não deve conter quaisquer sons ou imagens que possam assustar crianças pequenas. É aceitável a existência de alguma forma muito suave de violência (num contexto cómico ou ambiente infantil). Não deve ser usado qualquer tipo de linguagem imprópria.” (PEGI, 2017).

### 3.10 Aspetos Técnicos da Implementação

Esta seção apresenta a solução desenvolvida no motor de jogo *Unity* e expõe as principais características, regras e funcionalidades consideradas na implementação.

#### 3.10.1 Ambiente de Desenvolvimento

O *Unity* permite desenvolver toda a jogabilidade e interatividade com base em três blocos de construção: *GameObjects*, componentes e variáveis. Qualquer objeto num jogo é um *GameObject*: desde personagens, luzes, efeitos especiais, câmara, etc. O *Unity* usa um sistema

de componentes que leva a um padrão de composição, em que os *GameObjects* têm anexados componentes que são combinados e interagem entre si, gerando resultados complexos através dessas combinações. Os componentes têm a capacidade de definir e controlar os *GameObjects* a eles anexados.

No editor do *Unity* são disponibilizados alguns componentes, mas para estender funcionalidades e implementar a lógica de jogo e comportamento é necessário adicionar componentes *script* e anexá-los também aos *GameObjects*. Os componentes têm variáveis que podem ser alteradas através do próprio editor ou via *script*. O *Unity* permite usar *scripts* para desenvolver basicamente todas as partes de um jogo e oferece suporte a *scripts* em linguagem de programação C#, permitindo implementar uma arquitetura em desenho orientado a objetos, a abordagem mais usada e adotada nesta solução.

O *Unity* disponibiliza também *Prefabs*, um sistema que permite configurar e armazenar um *GameObject* completo com todos os seus componentes, valores de propriedade e *GameObjects* “filhos” como um recurso reutilizável, proporcionando um modelo a partir do qual é possível criar novas instâncias do *Prefab* na cena do jogo.

Para desenvolver o videjogo foi utilizada uma licença gratuita do *Unity*, na versão 2021.1.1f1, e para desenvolver os *scripts* foi utilizado o editor de código *Visual Studio Code* (Microsoft, 2021).

A Figura 3-26 apresenta a cena do videjogo no editor do *Unity* com os *GameObjects* estáticos do mundo de jogo.

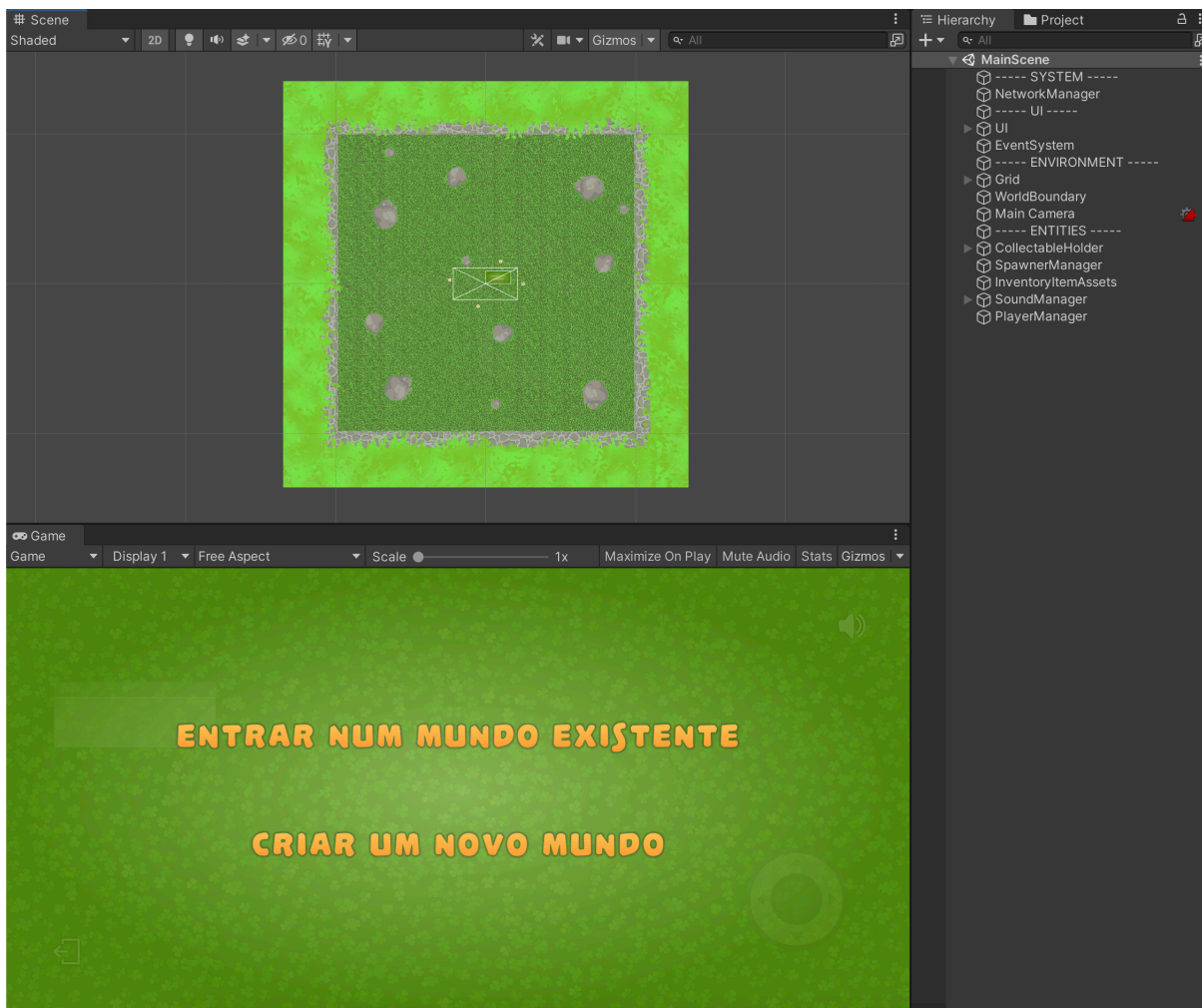
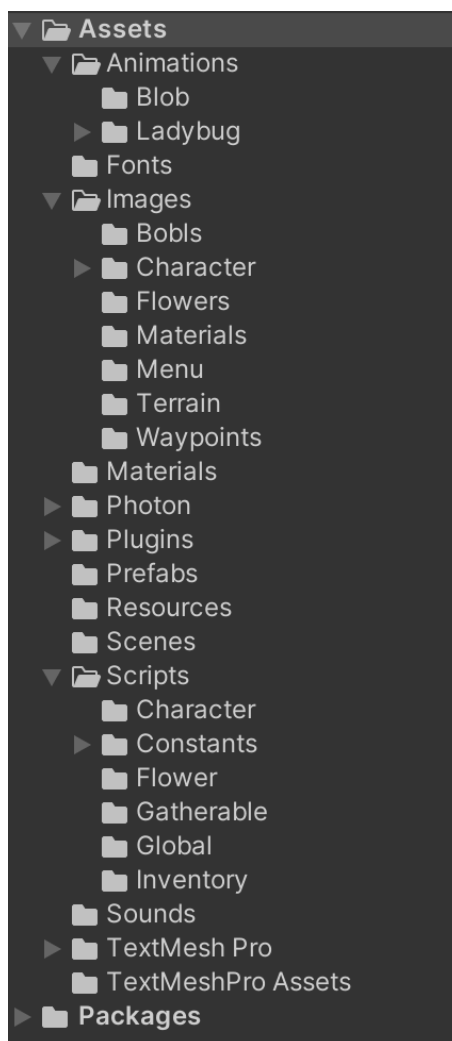


Figura 3-26: Projeto no editor do *Unity*

Além dos *GameObjects* expostos na Figura 3-26, existem outros *GameObjects* que são criados dinamicamente em tempo de execução durante a sessão recorrendo a *Prefabs*: as flores, as bolhas e as próprias joaninhas. As joaninhas têm a particularidade de serem criadas automaticamente quando o jogador cria ou entra na sessão do jogo.

A Figura 3-27 mostra a estrutura de pastas do projeto onde se encontram organizados todos os elementos utilizados na solução.

Figura 3-27: Estrutura de pastas no *Unity*

### 3.10.2 Arranque das Sessões

O Menu inicial (Figura 3-16) é exibido no arranque do videojogo e permite preparar o jogo, entrando numa sessão do jogo já a decorrer ou criando uma nova sessão do jogo.

Ambas as opções redirecionam o jogador para a janela do mundo (Figura 3-17) onde é solicitada a identificação do mundo e do jogador por meio de dois campos de introdução de texto. Nesta janela o jogador pode ainda escolher a variante da personagem com que deseja jogar. A interface permite regressar ao Menu inicial ou continuar o fluxo para iniciar o jogo.

Os fluxos de iniciação do jogo são decompostos em quatro fases:

- 1) Validação local;
- 2) Criação do mundo<sup>1</sup>;
- 3) Validação central<sup>2</sup>;
- 4) Início do jogo.

<sup>1</sup> válido apenas para criação de um novo mundo

<sup>2</sup> válido apenas para a entrada num mundo já existente.

A Figura 3-28 ilustra o fluxo de iniciação do jogo e a interligação entre as diferentes fases.

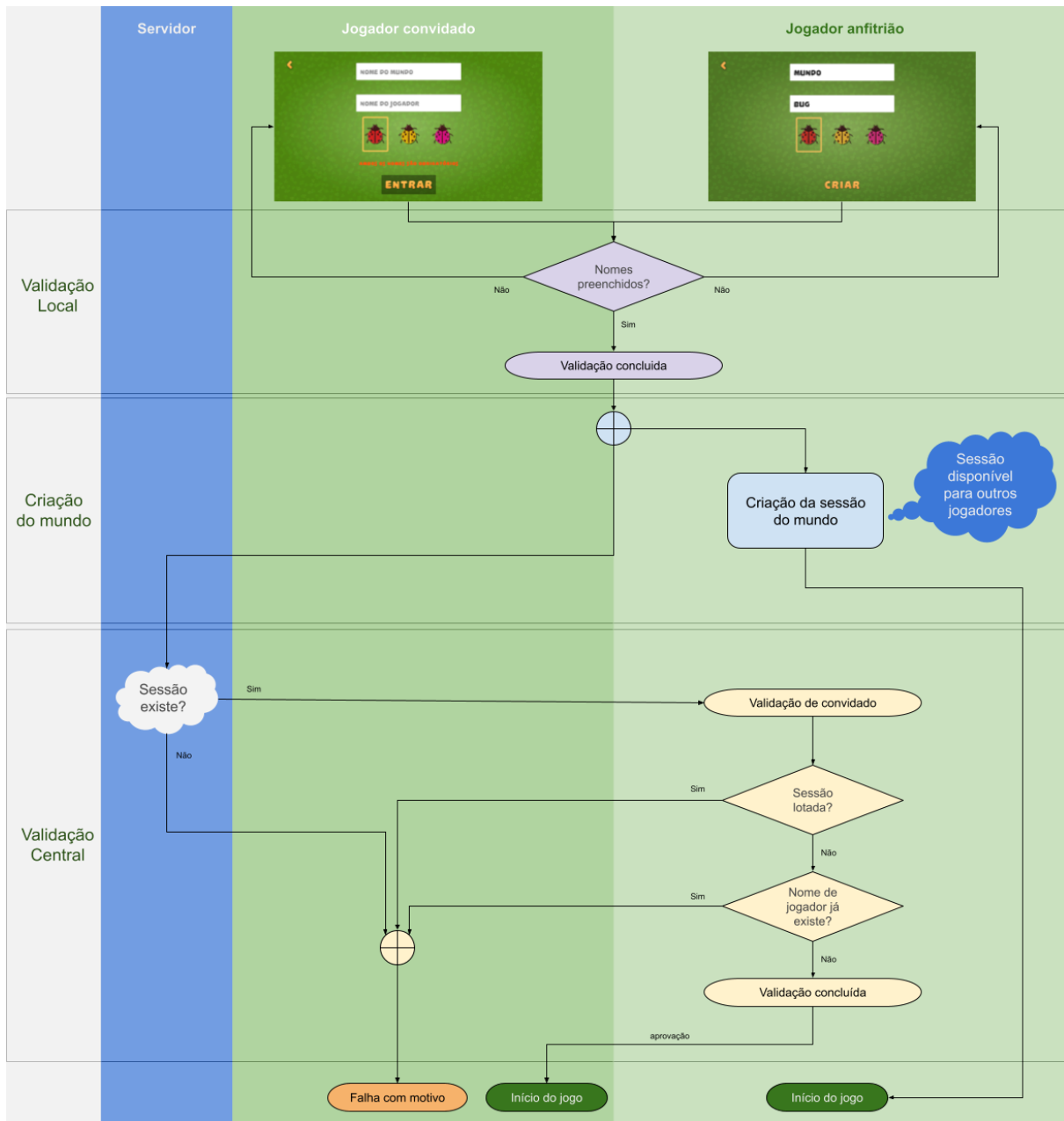


Figura 3-28: Fluxograma de iniciação do jogo

A **validação local** decorre em cada instância do videojogo, localmente, e verifica o preenchimento dos campos da janela do mundo, nomeadamente o nome do jardim e o nome do jogador. O fluxo prossegue para a fase 2) ou 3) conforme o fluxo seja relativo a criar ou entrar em um mundo de jogo, respetivamente.

Perante uma falha na validação local, o jogador é informado por meio da própria interface.

A **criação do mundo** é operada pelo jogador que deseja criar um novo mundo e que doravante assume o papel de jogador anfitrião. O jogador anfitrião, como detentor do mundo de jogo, fica com a responsabilidade da manutenção da sessão. A sua sessão determina a

implantação, posicionamento e sincronização entre jogadores de todos os objetos dinâmicos do mundo.

A **validação central** tem como premissa a existência da sessão do mundo. A instância do jogador convidado comunica com o servidor multijogador para avaliar se existe alguma sessão a decorrer com o nome do mundo introduzido pelo jogador. Caso exista, o servidor multijogador delega à instância do jogador anfitrião a aprovação de adesão do jogador convidado mediante a disponibilidade de lugares na sessão (máximo de 4 jogadores, conforme o compromisso encontrado) e a unicidade do nome do jogador entre os demais participantes. Este último requisito deve-se ao facto de existir interesse em identificar exclusivamente os jogadores. Caso a adesão não se concretize, o anfitrião comunica ao convidado a causa da falha.

O **início do jogo** marca o momento em que o jogador é encaminhado para o jardim e pode iniciar a experiência de jogo. A personagem de cada jogador “nasce” automaticamente no centro do jardim. Nesta fase, a sessão do jogador anfitrião tem a responsabilidade de distribuir uma quantidade pré-definida de flores e itens pelo jardim.

Como já referido, as flores podem ser de quatro espécies (camomila, girassol, margarida e papoila) e estão sujeitas a um fator de preciosidade. Correlacionado ao fator de preciosidade, é determinada a porção de flores a povoar no jardim de cada espécie a partir de uma quantidade completa de flores pré-definida. A distribuição de espécies apresentada na Tabela 3-1 garante que as espécies mais comuns existem em maior abundância e que as espécies mais raras existem em menor número.

Tabela 3-1: Distribuição de espécies de flor

Espécie	Distribuição
Camomila	50%
Girassol	25%
Margarida	15%
Papoila	10%

As flores nascem automaticamente após a criação do jardim, sob uma animação de aparecimento gradual, em localizações aleatórias no jardim ante as condições de não se sobreporem entre si nem nascerem sobre rochas.

No centro do jardim existem quatro camomilas em posição estática, independentemente da sessão do jogo, como ilustra a Figura 3-29.

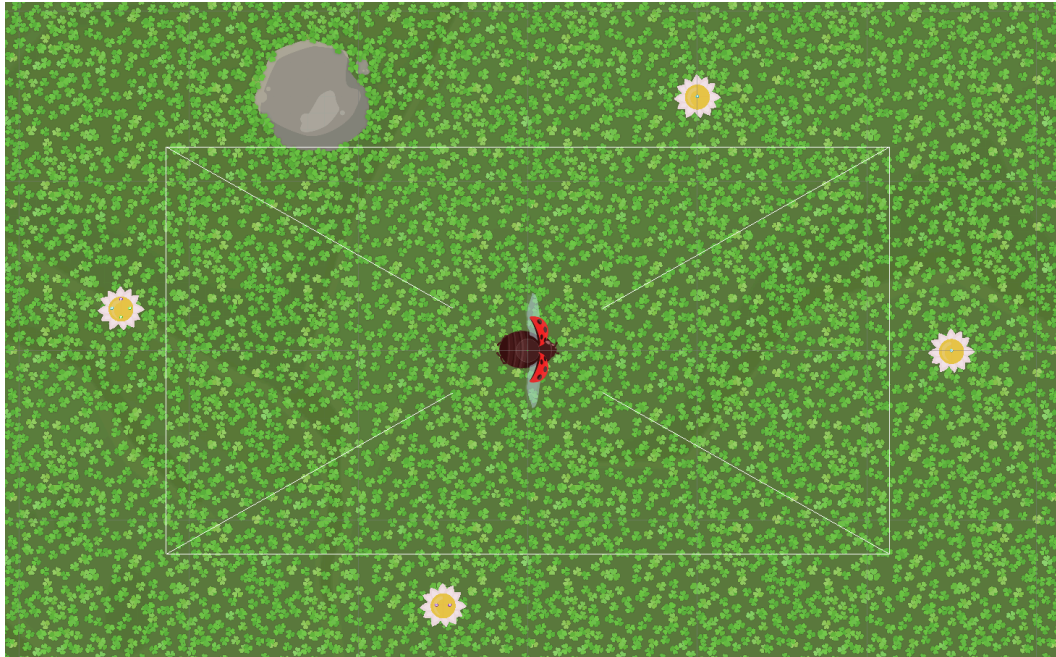


Figura 3-29: Posicionamento de flores estáticas

Estas flores estão estrategicamente posicionadas com o propósito de introduzir estes objetos ao jogador numa primeira sessão. Deste modo, aumenta-se a probabilidade de compreender a mecânica do jogo. Qualquer movimento efetuado a partir da posição central de onde nasce fará com que estas fiquem dentro do seu campo de visão e consequentemente sejam adicionadas ao sistema de localizadores.

Com o nascimento de cada flor é também sorteado um conjunto de itens para dispor sobre as suas pétalas.

#### 3.10.3 Execução das Sessões

Conforme as joaninhas voam pelo jardim ou caminham sobre as flores, são sujeitas a variações na velocidade de deslocação, altitude e escala. As joaninhas descem automática e linearmente para as flores conforme se aproximam delas. A aproximação representa o voo de descida, desde a altitude de voo até à altitude da flor. A descolagem da flor considera a mesma abordagem, com a joaninha a subir gradualmente até à altitude de voo conforme se afasta da flor.

Quando os itens sobre as flores são colhidos, é programada a morte da flor e agendado o nascimento de uma nova flor, da mesma espécie, em uma localização aleatória. A exceção acontece com as quatro camomilas estáticas no centro do jardim, que ao invés de morrerem para darem lugar a novas camomilas, renovam-se com um novo conjunto de itens.

A renovação das espécies, feita desta forma, garante que a sua distribuição se mantém em conformidade com a raridade de espécies presentes no jardim. Tal como no nascimento da flor, o desaparecimento associado à sua morte acontece também sob uma animação gradual.

Tanto a morte como o nascimento estão sujeitos a um período transitório, dependente da espécie da flor. O agendamento da morte da flor, além da condição de já não existirem itens sobre si, requer que nenhuma joaninha se encontre próxima da flor. O objetivo deste condicionamento é evitar que a flor desapareça do jardim com uma joaninha pousada sobre ela e minimizar as vezes em que a renovação de flores é visível pelo jogador. A mesma abordagem é usada para o nascimento das flores. Com a intenção de manter a reciclagem de flores oculta procura-se que o jogador não compreenda o sucedido. No entanto, com a consciência de que tal acontecimento pode, por si mesmo, ser um promotor de diálogo entre os jogadores, será relevante observar a reação dos jogadores.

A Tabela 3-2 apresenta as temporizações para os eventos de morte e nascimento para cada espécie. O nascimento da nova flor é temporizado a partir do momento em que a flor antecedente desaparece do jardim.

Tabela 3-2: Parâmetros de reciclagem de espécies de flor

Espécie	Intervalo para morrer (seg.)	Intervalo para nascença (seg.)
Camomila	10	1 a 5
Girassol	20	5 a 10
Margarida	30	10 a 20
Papoila	60	20 a 40

Computacionalmente, a flor é responsável por organizar os itens sobre si, assim que nasce. Os itens permanecem na mesma posição durante o seu ciclo de vida, repetindo apenas as suas próprias animações. Como referido anteriormente, a determinação do tipo de item é condicionada pela preciosidade da flor que a detém. A Tabela 3-3 apresenta a disponibilidade de cada tipo de item em função das espécies de flor.

Tabela 3-3: Disponibilidade de tipo de item por espécie de flor

Espécie	Roxo	Verde	Azul	Laranja	Rosa
Camomila	✓	✓	✗	✗	✗
Girassol	✓	✓	✓	✗	✗
Margarida	✓	✓	✓	✓	✗
Papoila	✓	✓	✓	✓	✓

A cada flor é atribuída uma quantidade aleatória de itens, entre um e cinco unidades. A disposição relativa dos itens, conforme a sua quantidade é a que se pode constatar no exemplo da Figura 3-30.

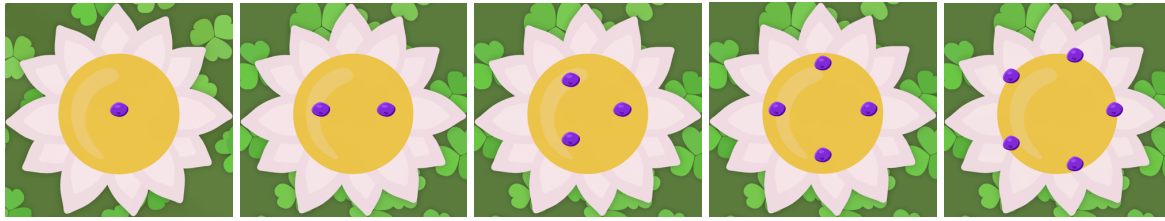


Figura 3-30: Organização dos itens sobre uma flor

O processo de recolha de um item é iniciado pelo contacto da joaninha com o item. A recolha tem uma velocidade variável de acordo com a preciosidade do tipo de item e o número de joaninhas participantes no processo. Isto é, itens mais comuns são de recolha mais rápida, enquanto itens mais raros requerem mais tempo; e, quando duas ou mais joaninhas unem esforços, juntando-se na proximidade de um mesmo item, o tempo de recolha diminui.

A Tabela 3-4 apresenta a velocidade de referência de recolha para cada tipo de item.

Tabela 3-4: Velocidade de recolha por tipo de item

Tipo	Velocidade de referência
Roxo	2
Verde	1,5
Azul	1
Laranja	0,5
Rosa	0,25

A velocidade efetiva ( $v$ ) de recolha tem em consideração a velocidade de referência ( $r$ ) e a quantidade de joaninhas participantes ( $n$ ) no processo, e é calculada pela função:






















































































































































$$v = r + \log_4 n$$

O progresso de recolha dos itens não se reinicia caso as joaninhas se afastem e quebrem o contacto. Na verdade, uma joaninha pode até tirar partido do avanço na recolha iniciado por outra joaninha. Inclusivamente, se por exemplo, uma joaninha recolher 20% do item e, entretanto, sair da flor, ao regressar basta completar os 80% restantes.

No momento em que o processo de recolha termina, cada jogador participante recebe um exemplar do item na sua coleção e a bolha desaparece da flor.

Existem 12 combinações de itens pré-definidas para cada espécie de flor conforme apresenta a Tabela 3-5.

Tabela 3-5: Combinações de itens recolhíveis por espécie de flor

Espécie	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>
Camomila			 	 	 	 	  	  	  	   	   	    
Girassol				 	 	 	 	  	  	   	   	    
Margarida		 	 	 	  	  	  	   	   	    	     	      
Papoila		 	  	  	   	   	   	   	   	    	    	     

### 3.10.4 Sprites e Animações

*Bug Bzzness* utiliza gráficos planos, chamados de *sprites*. Os *sprites* possuem geometria bidimensional e são comumente denominados por gráficos 2D. As animações de *sprites* podem ser expressas em *Sprite Sheets* contendo as ilustrações referentes a cada uma das imagens elementares da sequência. O *Unity* disponibiliza a ferramenta *Sprite Editor* para extrair as imagens individuais a partir dessas composições.

A Figura 3-31 mostra, a título de exemplo, a *Sprite Sheet* da joaninha vermelha no *Sprite Editor*.

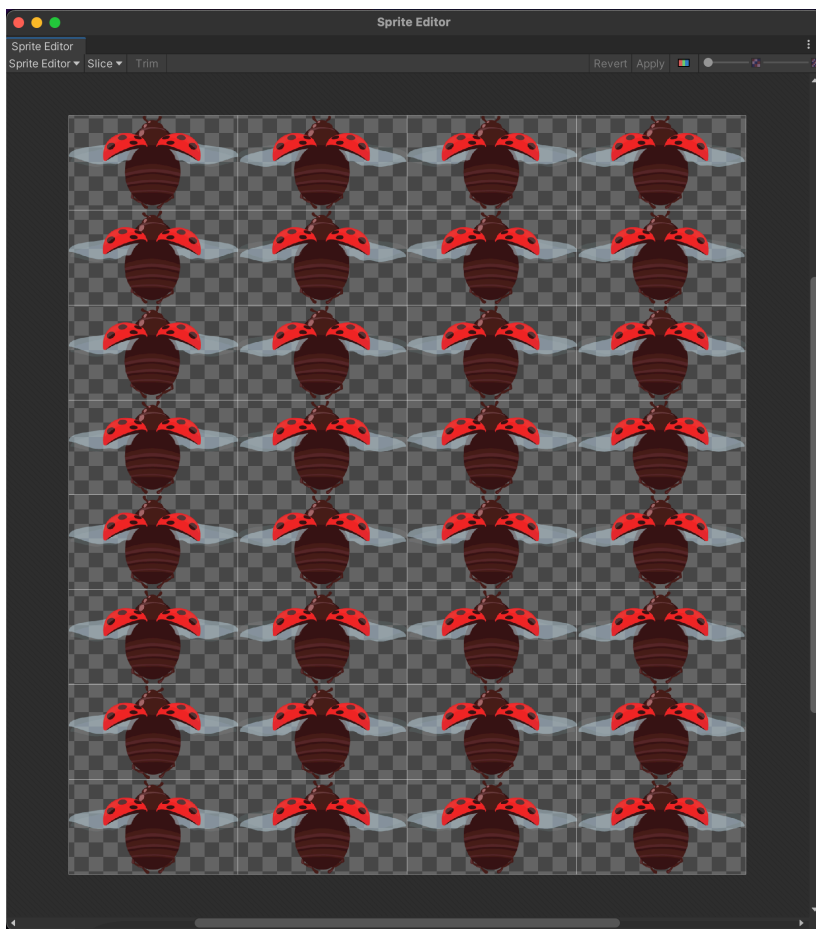


Figura 3-31: *Sprite Sheet* de joaninha

Analogamente, a Figura 3-32 mostra o *Sprite Sheet* da bolha rosa no *Sprite Editor*.



Figura 3-32: *Sprite Sheet* de um item recolhível

Para criar as animações foi utilizado a ferramenta *Animator Controller* do *Unity*. O *Animator Controller* permite organizar e manter um conjunto de animações para um objeto de jogo animado. O controlador permite ter múltiplos cliques de animação e interligá-los através de transições e mediante determinados estados configuráveis e acessíveis através de *scripts*.

A Figura 3-33 mostra o controlador da animação da joaninha, com três cliques de animações (parado, caminhar e voar, no fluxograma no painel principal), geridos através de duas variáveis do tipo booleano (*walking* e *flying*, no painel à esquerda). O painel ao fundo mostra a linha de tempo, com o clique de animação da joaninha a voar em uma linha do tempo. No painel à direita existem os controladores e cliques de animação criados para criar as animações das três variantes da joaninha.

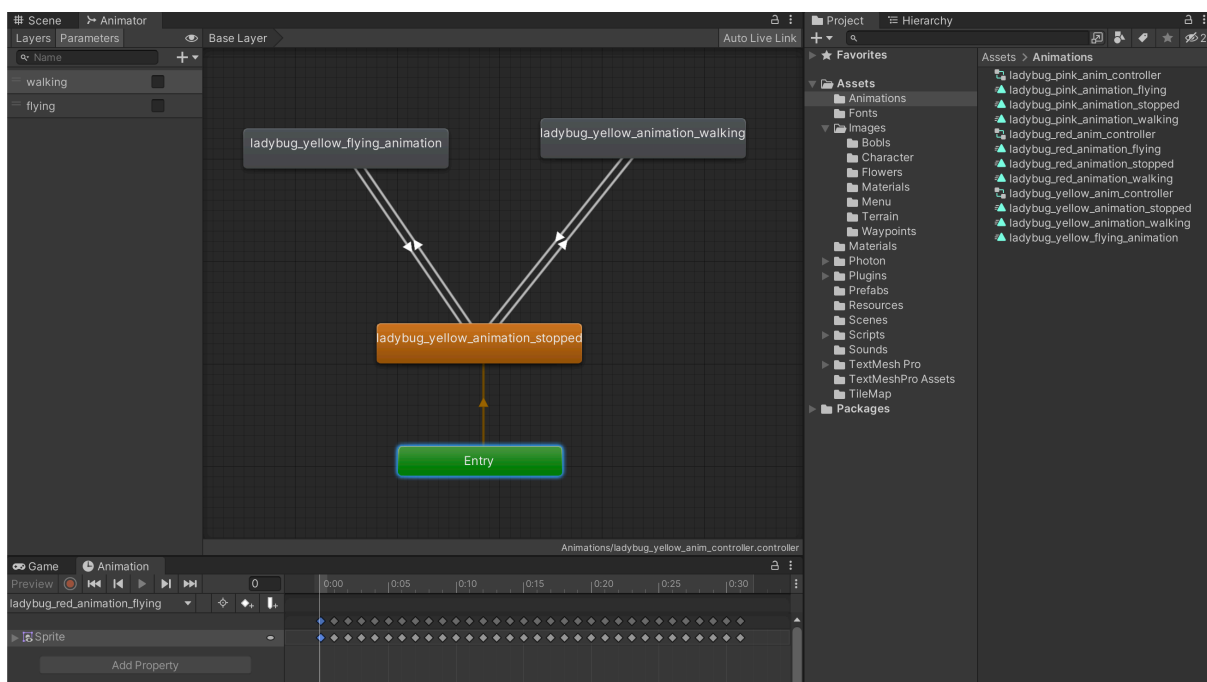


Figura 3-33: *Animator Controller* da personagem

### 3.10.5 Controlos

Para permitir o controlo do movimento da personagem, recorrendo ao teclado físico e *joystick*, virtual, e suportar o uso simultâneo de ambas as possibilidades, foi utilizado o pacote *Input System* do *Unity*. Este pacote permite usar qualquer tipo de dispositivo de entrada para controlar elementos no *Unity*.

O videjogo está preparado para deslocar a joaninha perante os conjuntos de comandos com as teclas “WASD” e com as setas “↑ ← ↓ →”.

- W ou ↑ - mover para cima;
- A ou ← - mover para o lado esquerdo;
- S ou ↓ - mover para baixo;
- D ou → - mover para o lado direito.

O *joystick* virtual permite os mesmos movimentos possíveis com o teclado.

A Figura 3-34 mostra o controlador configurado com todas as opções de entrada disponibilizadas. Deste controlador é gerado automaticamente um *script* com uma classe objeto que é acessível a partir do componente responsável pelo movimento da joaninha e, através de uma instância dessa classe objeto, é possível ser informado de todas as interações do jogador e movimentar a joaninha em conformidade.

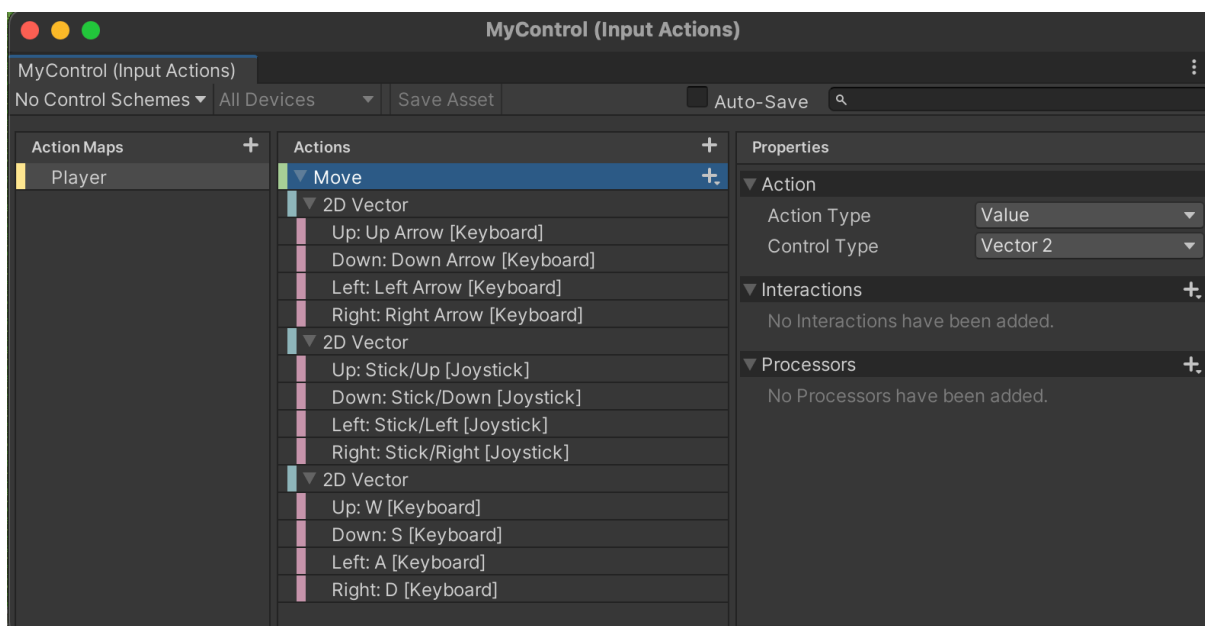


Figura 3-34: *Input Actions* para configuração dos controlos da personagem

#### 3.10.6 Modo Multijogador

A solução utiliza a biblioteca MLAPI para a implementação de multijogador e recorre ao *SDK Photon Transport for MLAPI* para a camada de rede, usando o protocolo de transporte *User Datagram Protocol* (UDP). Foi necessário criar um registo na plataforma *Photon*, ativar o módulo *Photon Realtime* e obter uma chave de autenticação denominada por *App Id Realtime*. O *Photon Realtime* permite ter até 20 utilizadores conectados simultaneamente. A Figura 3-35 mostra o *dashboard* da plataforma.

The screenshot shows the Photon Realtime dashboard. At the top left is the Photon logo and 'PRODUCTS' menu. At the top right are links for 'SDKs', 'Documentation', and 'Dashboard'. The main heading is 'Your Photon Cloud Apps' with a '+ CREATE A NEW APP' button. Below this are filters for 'Show' (All Apps), 'in Status' (Active), 'Sort by' (Peak CCU), 'Order' (Descending), and 'Display' (As List). The main content area shows a card for 'MSTIO\_Videogame' with a 'REALTIME' status and '20 CCU' usage. The card displays 'App ID: e9d5d8b3-...', 'Peak CCU: 0', and 'Traffic used: 0%'. At the bottom of the card are buttons for 'ANALYZE', 'MANAGE', and '-/+ CCU'. On the right side, there is a 'GAMING ACCOUNT' section with the email 'estgv13389@alunos.estgv.ipv.pt' and a 'SIGN OUT' button. Below that are sections for 'Your Applications' (Public Cloud, Premium Cloud), 'Self-Hosted', 'Circle Membership', and 'Account'.

Figura 3-35: *Dashboard* Photon Realtime

Para implementar o modo multijogador com a MLAPI é necessário ter um *GameObject* na cena do jogo com o nome “NetworkManager” que contenha anexado o componente “NetworkManager” disponibilizado pela MLAPI e o componente “Photon Realtime Transport” do *SDK Photon Transport* para MLAPI. No componente “NetworkManager” é ainda necessário especificar quais os *Prefabs* que são partilháveis pela rede na seção “NetworkPrefabs”.

A implementação permite ter mundos simétricos entre jogadores através da sincronização de *GameObjects* e variáveis. *GameObjects* que necessitem de partilhar variáveis pela rede precisam de ter o componente “NetworkObject” anexado. No caso de *GameObjects* que necessitem de partilhar também a posição do objeto precisam ter anexado adicionalmente o componente “NetworkTransform”. A Figura 3-36 mostra estes componentes anexados no *GameObject* da joaninha e mostra as variáveis que estes disponibilizam ao utilizador.

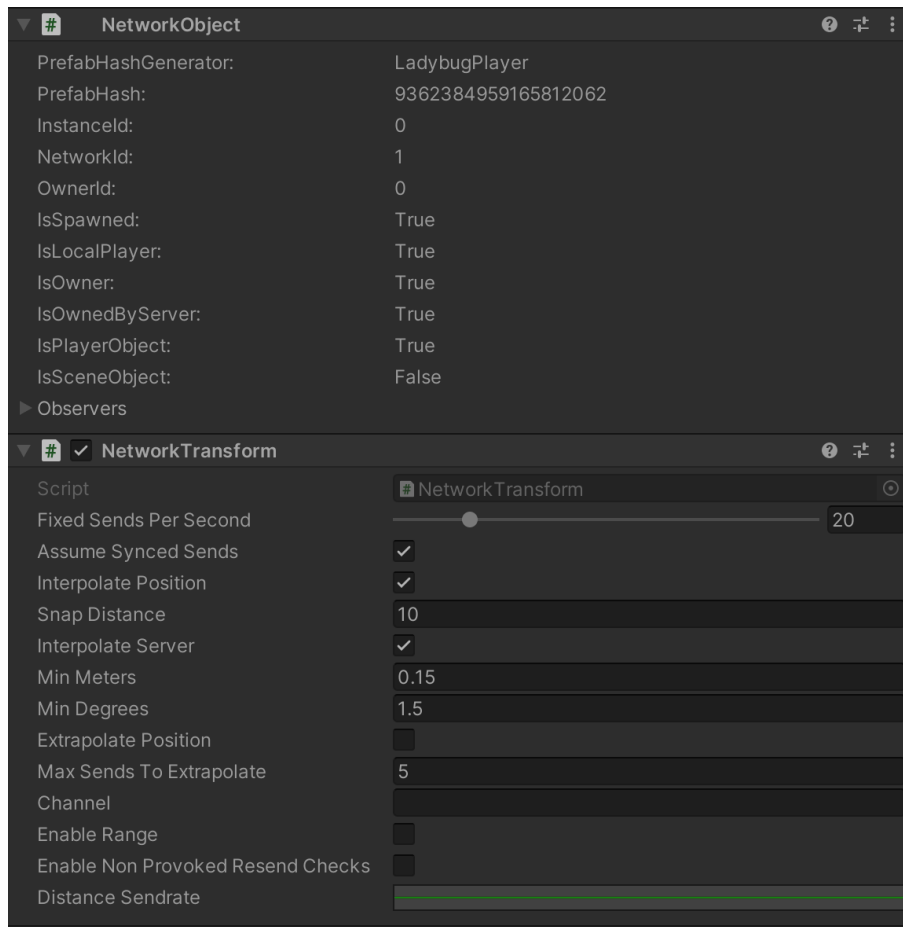


Figura 3-36: Componentes de *network* do *GameObject* aplicados à personagem

Foi também utilizado o *ParrelSync*, uma extensão do editor do *Unity* que permite aos utilizadores da ferramenta testar a jogabilidade multijogador através da possibilidade de criar dinamicamente *clones* do projeto e ter outra(s) janela(s) do editor do *Unity* aberta em simultâneo que espelham as alterações do projeto original.

#### 3.10.7 Visão do Jogador

A visão do jogo é conseguida através dos componentes *Camera* que capturam e exibem o mundo ao jogador. Por predefinição existe um componente *Camera* ativo, sendo este o primeiro objeto com a *tag* “MainCamera”.

No projeto foi utilizado o pacote *Cinemachine* do *Unity*, um sistema projetado para ser o sistema de câmaras unificado inteiro em um projeto *Unity* (Unity Technologies, 2021a). Este sistema permite anexar a câmara e, conseqüentemente, a visão de jogo através do componente *Transposer* e confinar a visão do jogador dentro do jardim através do componente *Collider*.

Para ser possível representar um efeito visual da elevação dos objetos, a câmara do jogo tem uma projeção em perspectiva como ilustra a Figura 3-37.

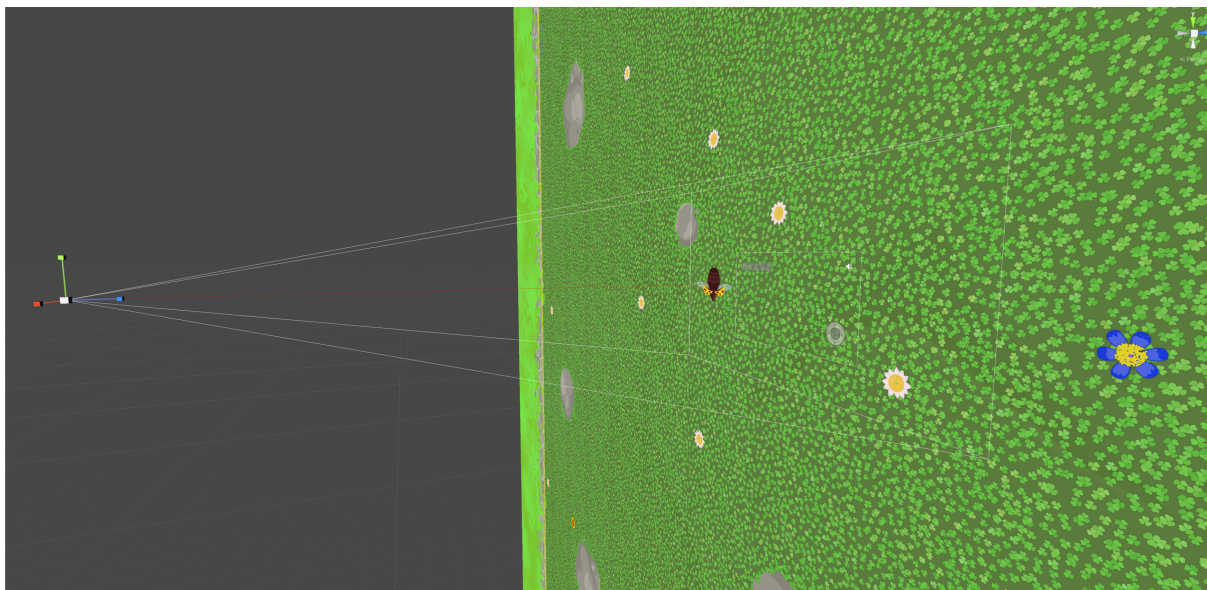


Figura 3-37: Posicionamento da câmara que acompanha a personagem

A câmara encontra-se acoplada à joaninha e acompanha-a em todos os seus movimentos, mostrando-a sempre em terceira pessoa. A câmara mantém o mesmo ângulo durante todas as ações da personagem. No entanto, o campo de visão da câmara é ajustado de acordo com a posição da joaninha no eixo de profundidade, variando linearmente conforme a joaninha desce ou sobe de uma flor.

### 3.10.8 Plataformas Suportadas

O *Unity* oferece suporte à maioria das principais plataformas de desktop, Web e móveis para as quais se pode criar um projeto.

Em *Bug Bzzness* foram previstas e testadas as plataformas Windows, MacOS e Android. A plataforma de dispositivos móveis iOS não foi contemplada por implicar custos associados à assinatura do *Apple Developer Program*, necessária para distribuir os produtos pelo público.

A Figura 3-38 mostra a janela de configurações de plataformas suportadas no videojogo.

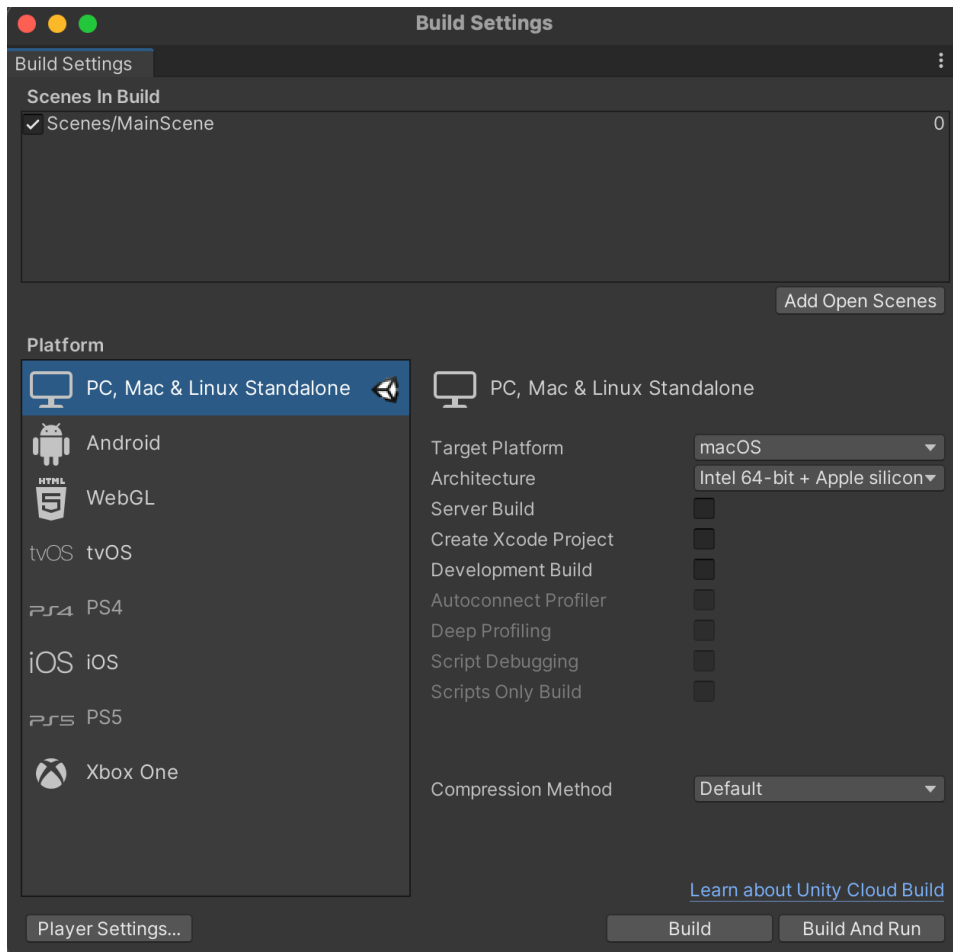


Figura 3-38: Janela de configurações de plataformas suportadas

Este capítulo revelou os aspetos relacionados com o design e o desenvolvimento do videojogo *Bug Bzzness*. Foram referidas as plataformas destino e as ferramentas utilizadas, e apresentados o conceito, enredo, personagens e sua movimentação, o sistema de localizadores, a arte do jogo, a interface gráfica, som, e explicitação da classificação etária conforme os standards PEGI. Incluíram-se ainda aspetos técnicos da implementação, relacionados com o ambiente de desenvolvimento, sessões, animações das personagens e outros objetos de jogo, controlos, modo multijogador, visão de jogo e as plataformas suportadas.

## 4. Experimentação

Os videojogos são sistemas altamente interativos que procuram gerar o entretenimento e, devido à sua natureza e desenho, possuem fatores subjetivos que influenciam a experiência do utilizador, tornando a análise e avaliação de usabilidade difícil recorrendo a métodos tradicionais utilizados em outros sistemas interativos (Sánchez et al., 2012). Além disso, avaliar a usabilidade envolve, geralmente, a observação sistemática para avaliar, neste caso, a relação dos jogadores com os desafios propostos pelo videojogo.

O desenvolvimento incremental adotado teria permitido, a qualquer momento, incluir utilizadores nas iterações realizadas. No entanto, o acesso ao público-alvo, nomeadamente a crianças com PEA, revelou-se complexa. Para além dos tramites espetáveis ao nível de autorizações parentais, implica a disponibilidade de um especialista que detenha as competências necessárias para realmente compreender as reações e motivações dos jogadores quando imersos na experiência; e, mais problematicamente, a pandemia COVID-19 gerou condicionamentos extraordinários não proporcionando oportunidades para o contacto pessoal direto com os utilizadores. Por esse motivo, ainda que desejável no sentido de apoiar e validar o desenho do videojogo nas iterações realizadas, não foi possível garantir uma análise sistemática aos testes com estes utilizadores.

Mesmo assim, no âmbito do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025, surgiu a oportunidade de realizar sessões de experimentação do videojogo com o público-alvo, nomeadamente duas crianças portadoras de PEA que na altura tinham entre 14 e 15 anos. A mediação e interpretação destes testes foi levada a cabo por um especialista em terapia ocupacional, que é também membro da equipa do Projeto de Investigação.

Com cada uma das duas crianças com PEA foram feitas duas sessões (com a mesma versão do jogo), em ambiente domiciliário e integradas nas rotinas normais familiares. Num caso, houve um intervalo de uma semana entre as duas sessões; no outro caso, duas semanas. Cada

uma das duas sessões (com cada uma das crianças), consistiu em dois momentos: primeiro a criança jogou com o especialista em terapia ocupacional e, logo a seguir, a criança jogou uma pessoa da família (sem PEA). Num dos casos, a familiar foi a mãe; no outro, uma irmã mais nova, de 7 anos. Nesses (segundos) momentos em que as crianças jogaram com uma pessoa da família, o especialista em terapia ocupacional permaneceu na sala, mas em segundo plano, observando sem interferir. Todos os jogadores correram o jogo a partir de *tablets* Android. Ambos os momentos foram gravados com um *smartphone*, englobando a vista dos jogadores e dos dispositivos, para permitir posterior observação/análise.

Nesse sentido, foi elaborada uma lista de aspetos considerados relevantes para serem alvo de uma observação mais atenta. Foi assim possível fazer uma análise da experiência e alguns indicadores da apreciação dos jogadores.

Classificaram-se três grupos de questões, respeitantes a diferentes momentos da experiência, que procuram avaliar a relação da criança com o jogo.

### **Na fase de preparação da experiência:**

- Compreende o conceito de criar um novo mundo ou entrar num mundo existente?
- Revela dificuldades no preenchimento na janela do mundo?
- Qual a afeição pela personagem joaninha e pelas variantes de cor disponíveis?

### **No decorrer da experiência:**

- Compreende o contexto e mundo de jogo em que se encontra?
- Movimenta a personagem sem dificuldades?
- Identifica que existem flores pelo jardim?
- Em algum momento entende que existem flores de espécies diferentes?
- Em algum momento entende que umas espécies de flor são mais comuns do que outras?
- Compreende como interagir com as flores?
- Identifica que as flores contêm itens para recolher?
- Compreende como interagir e recolher os itens?
- Em algum momento entende que existem tipos de item diferentes?
- Em algum momento entende que uns tipos de item são mais comuns do que outros?
- Em algum momento entende que uns tipos de item demoram mais tempo a recolher do que outros?
- Compreende que os itens que recolheu foram para a sua coleção?
- O facto do objetivo de colecionar itens ser repetitivo é algo positivo, negativo ou indiferente?

- 
- A música e efeitos sonoros é algo positivo, negativo ou indiferente? Se negativo, identifica o acesso ao menu dos sons e reconhece a possibilidade de ajustar o volume dos sons ou desligar os sons?
  - Entende o propósito dos localizadores nas extremidades do jogo?
  - Usa os localizadores para seu benefício?

**Após a experiência:**

- A criança divertiu-se?
- Identificou os objetivos do jogo?
- Identificou as vantagens da comunicação e colaboração com os outros jogadores;
- Qual a relação afetiva perante os desafios (alegria, excitação, satisfação, neutralidade, ansiedade, insatisfação, etc.)?
- Gostou dos elementos do jogo (jardim, flores, bolhas, etc.)?
- Gostava que existissem outras flores ou itens a recolher?

Esta lista permitiu, mesmo assim, fazer o exercício de tomada de auto-consciencialização de pontos sensíveis e facilitar o trabalho do moderador, apresentando-lhe o espaço de possibilidades.

Sendo um primeiro contacto com o videojogo e inevitavelmente uma experiência condicionada por fatores temporais, não seria razoável ter a expectativa de obter uma resposta direta e individual a cada questão elencada.

O *feedback* recebido, incluiu os seguintes pontos positivos:

- As crianças gostaram do jogo;
- Ocorreu diversão genuína durante a interação com as flores;
- O jogo ficou retido na memória das crianças.

Em contrapartida, foram identificadas as seguintes dificuldades:

- A personagem deslocava-se muito rápido a caminhar sobre as flores tornando-se difícil de a controlar;
- Encontrar flores foi percebido uma tarefa mais difícil do que o esperado;
- Não foram perfeitamente compreendidas as vantagens de duas joaninhas colaborarem na recolha de um item;
- O tempo de recolha dos itens foi percebido como sendo exagerado.

Perante estas dificuldades, foram tomadas as seguintes ações no sentido de melhorar a experiência:

- A velocidade de movimento da joaninha foi ajustada, a voar e a caminhar, para permitir um melhor controlo da personagem.

- A quantidade de flores a distribuir pelo mundo de jogo foi aumentada. Existem agora 50 flores (5 vezes mais) no mesmo espaço.
- A dificuldade em compreender as vantagens de cooperação de duas joaninhas na recolha de um item e a percepção do tempo exagerado na recolha foi abordada de duas formas:
  - a. Redefinição da fórmula de cálculo do tempo necessário para a recolha: estava a adotar-se um aumento linear proporcional à quantidade de jogadores colaborantes; ou seja, a velocidade de recolha duplicava, triplicava ou quadruplicava conforme participassem duas, três ou quatro joaninhas, respetivamente. Tendo por base a valorização da colaboração mesmo que “só” de dois jogadores, o cálculo da velocidade de recolha foi alterado para tornar evidente a vantagem da colaboração com mais antecedência. Nesse sentido, o cálculo da velocidade de recolha passou a recorrer a uma função matemática logarítmica de modo a aumentar notavelmente a velocidade quando duas joaninhas participam na recolha, e ir aumentando de forma menos acentuada à medida que mais joaninhas participam na mesma recolha

A Figura 4-1 ilustra esta modificação, tendo como exemplo a velocidade de recolha do item rosa.

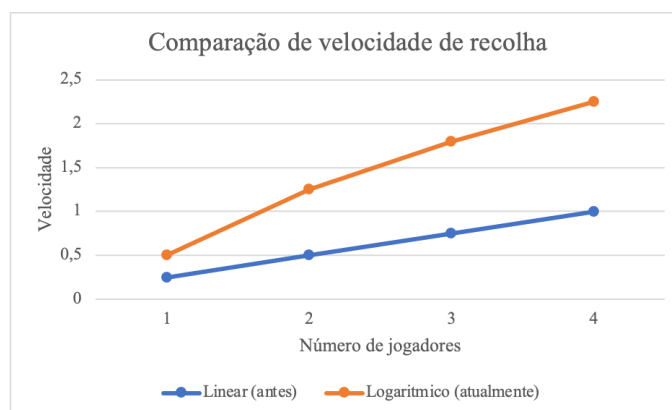


Figura 4-1: Alteração da velocidade de recolha (exemplo do item rosa)

- b. Modificar o estímulo gráfico e sonoro associado a uma recolha coletiva: inicialmente não havia qualquer indicação na interface que sugerisse que algo de diferente estava a acontecer perante a colaboração das joaninhas. Assim, procedeu-se à introdução da alteração dinâmica da cor do círculo de progresso de recolha, passando este à cor branca quando duas ou mais joaninhas participantes na recolha do item respetivo. O passo do som reproduzido durante a recolha também é acelerado no mesmo cenário de cooperação.

A experiência revelou-se muito proveitosa, tanto na deteção de aspetos a corrigir como pela constatação unânime de que o jogo é causador de divertimento e reações afetivas positivas

que, por sua vez, levam a acreditar que os alicerces para uma relação frutífera com os jogadores estão implantados.

Neste capítulo, foi apresentada a experimentação que foi possível realizar, no ponto atual de desenvolvimento do videogame, referindo os aspectos a que se deu atenção durante e após a observação dos jogadores. Foram também elencadas as correções que foram efetuadas em função da análise desse exercício. Outros aspectos, cuja intervenção não coube nas limitações desta dissertação, são incluídos como trabalho futuro, no capítulo seguinte.



## 5. Trabalho Futuro

Durante o projeto e à medida que ocorria o desenvolvimento do videogame, foram emergindo ideias para novas funcionalidades e mecânicas de jogo com potencial para serem exploradas, confirmando-se a pertinência de o desenvolvimento do videogame ter continuidade após o término do presente projeto. Existe também um conjunto de aspectos do atual desenho do videogame que faz sentido melhorar. No entanto, essas melhorias são dependentes de uma experimentação mais apurada do videogame, no estado atual, junto do público-alvo.

Exemplos de melhorias a considerar são a introdução de novas espécies de flor e de uma maior diversidade de itens a colecionar. Foi também equacionado a implementação de um mercado no sentido de integrar novos objetivos associados aos itens colecionados atualmente, de forma a lhes dar um destino e motivá-los a manter o fluxo da experiência. A introdução de novas habilidades perante interações conjuntas de jogadores foi também identificada como sendo interessante de explorar, como por exemplo efeitos sonoros específicos, a personagem deslocar-se a uma maior velocidade, ter um alcance de visão superior e ter a capacidade de interagir com objetos misterio ou ocultos, ou ter qualquer outro tipo de habilidade de que não poderá usufruir se optar por jogar sozinha. De igual forma, pode fazer sentido desenhar novos níveis, expandir o mundo de jogo ou adicionar novos mundos.

Ao nível tecnológico faz sentido implementar persistência de dados e recuperação de falhas na conexão à sessão do jogo após uma perda momentânea de ligação à Internet. Ambos tornarão possível garantir que o jogador não perde a sua coleção entre sessões de jogo num mesmo mundo.

Da perspectiva de investigação, pode ser interessante beneficiar o videogame de ferramentas de análise que permitam auxiliar a compreensão do progresso e desenvolvimento das habilidades dos jogadores. A dependência de um instrutor ou mediador na preparação da experiência ou para a intermediar é uma constante nas soluções atualmente existentes, fator este que pode

gerar condicionamentos aos jogadores dados os seus complexos desafios de relacionamento interpessoal. Em *Bug Bzzness*, apesar de tudo ter sido feito para minimizar esta dependência, esta ainda pode existir ou ser conveniente conforme o público. Atualmente o mediador, se não estiver presencialmente reunido com os jogadores, necessita de aderir à sessão do mundo de jogo, como um jogador, ocupando um lugar da sessão. Ainda que isso não seja um problema, seria interessante dotar o videojogo com um modo de visualização não intrusivo, que facultasse uma vista do mundo ao mediador para observação simultânea de todos os jogadores que, eventualmente, permitiria a gravação da sessão e ter um registo para análise posterior.

## 6. Conclusões

A PEA é um transtorno que afeta a função e a qualidade de vida dos seus portadores. Este projeto visa contribuir para a intervenção e para suporte à investigação relacionada com a utilização de videogames como ferramenta de desenvolvimento social e comunicacional das crianças portadoras deste transtorno.

Foi desenhado e implementado um videogame, *Bug Bzzness*, que procura atender às particularidades deste público, explorando as habilidades de comunicação e interação social, através de uma abordagem puramente lúdica e da promoção de oportunidades para os jogadores se relacionarem e cooperarem por intermédio da experiência de jogo.

Este exercício permitiu dar corpo e tornar experimentável as intenções expressas pelas linhas orientadoras produzidas no seio do Projeto de Investigação PROJ/IPV/ID&I/025, contexto no qual o presente trabalho foi desenvolvido. O videogame prosseguirá agora o seu propósito como instrumento de investigação, que a equipa, que este mestrando continuará a integrar, explorará e expandirá.

O videogame foi concebido mediante a adoção de práticas ágeis de desenvolvimento de *software* através de uma abordagem iterativa e incremental. Foi também criado um SGDD, incluindo para suportar os desenvolvimentos que se perspetivam.

Na experimentação com utilizadores do público-alvo surgiram indícios muito positivos de que a orientação do desenho do videogame possui as fundações para gerar reações afetivas positivas e momentos de divertimento genuíno, o que acreditamos estar também relacionado com a aposta na vertente lúdica adotada no desenho do videogame.

Este trabalho permitiu refletir e, dentro das limitações assumidas, testemunhar o potencial da utilização do videogame desenvolvido ao nível da comunicação e interação social no público-alvo. Ficou também reforçada a relevância das linhas orientadoras estabelecidas no âmbito do Projeto de Investigação em que a dissertação se enquadrou, o que legitima que seja dada

continuidade ao seu desenvolvimento e aplicação em, incluindo em futuros estudos e iniciativas.

Naturalmente, não é razoável ter a expectativa de que possam ocorrer mudanças de comportamentos nos utilizadores com base numa exposição esporádica ao videojogo. Para que isso seja possível, será certamente necessário um uso continuado, o que implica tempo, imersão dos jogadores, afetividade, e outros fatores propícios para que esses comportamentos se possam manifestar. Nesse processo, a apreciação que os jogadores fazem do videojogo e a evolução das suas capacidades devem ir sendo consideradas, no sentido de conduzir o desenho do videojogo em função dessa informação. Por sua vez, como previsto, tal implica que este objeto de trabalho se mantenha aberto a modificações e incrementos, num espetro temporal muito mais alargado e que extravasa os prazos a que este relatório está sujeito.

É, no entanto, relevante salvaguardar que dada a diversidade das perturbações e suas intensidades, não é correto gerar a expectativa de que esta produção será relevante para todas as pessoas deste extensivo público. Dito isto, por outro lado, face à solução já implementada, fica a sensação de que o videojogo pode também ser apreciado por um público mais vasto, quer no sentido de promover as suas capacidades de interação e comunicação, como simplesmente tirar partido da sua vertente lúdica.

Da parte do mestrando, a abordagem iterativa adotada para a realização deste trabalho implicou criar uma rotina de trabalho que o comprometeu a, sistematicamente, apresentar avanços no desenvolvimento do videojogo e submetê-los a apreciação. Não ocorreu nenhum período de inatividade durante todo o prazo que compreendeu a execução deste projeto. A frequência de iterações foi determinante na qualidade do videojogo, na medida em que foi permitindo identificar mais rapidamente os problemas e oportunidades no desenho do videojogo. Também foi relevante por possibilitar uma prototipagem rápida de funcionalidades e mecânicas de jogo com vista a permitir novas iterações de revisão, enquanto se confirmava que o videojogo continuava na direção pretendida.

A participação neste projeto é motivo de muita satisfação para o mestrando e é com muito agrado que se percebe a ter-se contribuído de forma relevante para um projeto tão nobre. O mestrando dedicou-se afincadamente para a peça que faz parte de uma intervenção muito mais extensa do que o alcance deste projeto permite evidenciar. Encara-se com enorme expectativa os futuros desenvolvimentos e continuar-se-á a colaborar com a mesma dedicação e empenho, no sentido de tornar o videojogo o mais inclusivo possível dentro do espetro da PEA, como sempre foi intenção da equipa.

## REFERÊNCIAS

- Agile Alliance. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. <https://agilemanifesto.org/>
- Ahmad, M. O., Markkula, J., & Oivo, M. (2013). Kanban in software development: A systematic literature review. *2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 9–16. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2013.28>
- Alarcon-Licona, S., & Loke, L. (2017). Autistic Children’s Use of Technology and Media: A Fieldwork Study. *Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children*, 651–658. <https://doi.org/10.1145/3078072.3084338>
- Al-azawi, R., Ayesh, A., & Obaidy, M. Al. (2014). Towards Agent-based Agile approach for Game Development Methodology. *2014 World Congress on Computer Applications and Information Systems (WCCAIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/WCCAIS.2014.6916626>
- Alkhatat, L. S., & Ibrahim, M. (2020). Assessing the effect of playing games on the behavior of ASD and TD children. *Advances in Autism*, 6(4), 315–334. <https://doi.org/10.1108/AIA-11-2019-0046>
- Alves, V., Duarte, R. P., Fonseca, F., Bernardo, M. V., Barreto, P., Fernandes, R., Silva, C. E., Felizardo, S., Videira, I., Matos, A., & Henriques, C. (2021). Playfulness and Communication for Children with Autism Spectrum Disorder: Guidelines for a Videogame. *EDULEARN21 Proceedings*, 9372–9379.
- Alves, V., & Roque, L. (2011). *Guidelines for Sound Design in Computer Games* [Chapter]. Game Sound Technology and Player Interaction: Concepts and Developments; IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61692-828-5.ch017>
- Amazon. (2021). *O3DE*. <https://o3de.org/>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Asperger, H. (1944). Die „Autistischen Psychopathen” im Kindesalter. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 117(1), 76–136. <https://doi.org/10.1007/BF01837709>
- Baldassarri, S., Passerino, L., Ramis, S., Riquelme, I., & Perales, F. J. (2020). Toward emotional interactive videogames for children with autism spectrum disorder. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00725-8>
- Battocchi, A., Pianesi, F., Tomasini, D., Zancanaro, M., Esposito, G., Venuti, P., Ben Sasson, A., Gal, E., & Weiss, P. L. (2009). Collaborative Puzzle Game: A tabletop interactive game for fostering collaboration in children with Autism Spectrum Disorders (ASD). *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 197–204. <https://doi.org/10.1145/1731903.1731940>

## Referências

---

- Bethke, E. (2003). *Game Development and Production*. Wordware Publishing, Inc.
- Blumberg, F. C., Deater-Deckard, K., Calvert, S. L., Flynn, R. M., Green, C. S., Arnold, D., & Brooks, P. J. (2019). Digital Games as a Context for Children's Cognitive Development: Research Recommendations and Policy Considerations. *Social Policy Report*, 32(1), 1–33. <https://doi.org/10.1002/sop2.3>
- Boyd, B. A., McDonough, S. G., & Bodfish, J. W. (2012). Evidence-Based Behavioral Interventions for Repetitive Behaviors in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1236–1248. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1284-z>
- Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2008). *Challenges for Game Designers* (1st edition). Charles River Media.
- Cabibihan, J.-J., Javed, H., Aldosari, M., Frazier, T. W., & Elbashir, H. (2017). Sensing Technologies for Autism Spectrum Disorder Screening and Intervention. *Sensors*, 17(1), 46. <https://doi.org/10.3390/s17010046>
- Cadieux, L., & Keenan, M. (2020). Can Social Communication Skills for Children Diagnosed With Autism Spectrum Disorder Rehearsed Inside the Video Game Environment of Minecraft Generalize to the Real World? *JMIR Serious Games*, 8(2), e14369. <https://doi.org/10.2196/14369>
- Ceccon, P., Baère Pedrazzi Lomba de Araujo, B., & Raposo, A. (2014). *ComFiM: A Cooperative Serious Game to Encourage the Development of Communicative Skills between Children with Autism*. 2014. <https://doi.org/10.1109/SBGAMES.2014.19>
- Chiarotti, F., & Venerosi, A. (2020). Epidemiology of Autism Spectrum Disorders: A Review of Worldwide Prevalence Estimates Since 2014. *Brain Sciences*, 10(5), 274. <https://doi.org/10.3390/brainsci10050274>
- Chung, P. J., Vanderbilt, D. L., & Soares, N. S. (2015). Social Behaviors and Active Videogame Play in Children with Autism Spectrum Disorder. *Games for Health Journal*, 4(3), 225–234. <https://doi.org/10.1089/g4h.2014.0125>
- Cockburn, A. (2008). Using Both Incremental and Iterative Development. *Undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Using-Both-Incremental-and-Iterative-Development-Cockburn/9a14d6218f152c9e76f11873bb1791300d18e258>
- Colwell, J. (2007). Needs met through computer game play among adolescents. *Personality and Individual Differences*, 43(8), 2072–2082. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.06.021>
- Comas-González, Z., Sánchez-Comas, A., De-La-Hoz-Franco, E., Synnes, K., Sánchez, J. F., & Collazos-Morales, C. (2020). Technology Contribution to Improve Autistic Children Life Quality. In C. Frasson, P. Bamidis, & P. Vlamos (Eds.), *Brain Function Assessment in Learning* (pp. 176–185). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60735-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60735-7_19)

- Crasta, J. E., Salzinger, E., Lin, M.-H., Gavin, W. J., & Davies, P. L. (2020). Sensory Processing and Attention Profiles Among Children With Sensory Processing Disorders and Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 14, 22. <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00022>
- Crytek. (2021). *CRYENGINE | The complete solution for next generation game development by Crytek*. CRYENGINE. <https://www.cryengine.com/>
- Cvetković, D. (2018). *Simulation and Gaming*. BoD – Books on Demand.
- da Silva Leite, P., & de Mendonça, V. G. (2013). Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proc. SBGames, Art Design Track*, 132–141.
- DeFilippis, M., & Wagner, K. D. (2016). Treatment of Autism Spectrum Disorder in Children and Adolescents. *Psychopharmacology Bulletin*, 46(2), 18–41.
- deWinter, J., & Moeller, R. M. (2016). *Computer Games and Technical Communication: Critical Methods and Applications at the Intersection*. Routledge.
- Eberly, D. (2014). *3D Game Engine Architecture: Engineering Real-Time Applications with Wild Magic*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482267310>
- Epic Games. (2021). *Unreal Engine | The most powerful real-time 3D creation tool*. Unreal Engine. <https://www.unrealengine.com/en-US/>
- Esbensen, A. J., Seltzer, M. M., Lam, K. S. L., & Bodfish, J. W. (2009). Age-Related Differences in Restricted Repetitive Behaviors in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(1), 57–66. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0599-x>
- Exit Games. (2021). *PUN 2—FREE | Network | Unity Asset Store*. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/network/pun-2-free-119922>
- Federoff, M. A. (2002). *Heuristics and Usability Guidelines for the Creation and Evaluation of Fun in Video Games*. Indiana University, Bloomington.
- Fergus, P., Abdulaimma, B., Carter, C., & Round, S. (2014). Interactive mobile technology for children with autism spectrum condition (ASC). *2014 IEEE 11th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/CCNC.2014.7111685>
- Ferguson, C. J., & Olson, C. K. (2013). Friends, fun, frustration and fantasy: Child motivations for video game play. *Motivation and Emotion*, 37(1), 154–164. <https://doi.org/10.1007/s11031-012-9284-7>
- Finke Erinn H., Hickerson Benjamin D., & Kremkow Jennifer M. D. (2018). “To Be Quite Honest, If It Wasn’t for Videogames I Wouldn’t Have a Social Life at All”: Motivations of Young Adults With Autism Spectrum Disorder for Playing Videogames as Leisure. *American*

## Referências

---

- Journal of Speech-Language Pathology*, 27(2), 672–689.  
[https://doi.org/10.1044/2017\\_AJSLP-17-0073](https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-17-0073)
- Finke Erinn H., Hickerson Benjamin, & McLaughlin Eileen. (2015). Parental Intention to Support Video Game Play by Children With Autism Spectrum Disorder: An Application of the Theory of Planned Behavior. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 46(2), 154–165. [https://doi.org/10.1044/2015\\_LSHSS-13-0080](https://doi.org/10.1044/2015_LSHSS-13-0080)
- Game Developer. (2019, September 30). *Which are the most commonly used Game Engines?* Game Developer. <https://www.gamedeveloper.com/production/which-are-the-most-commonly-used-game-engines->
- Ghanouni, P., Jarus, T., Zwicker, J. G., Lucyshyn, J., Fenn, B., & Stokley, E. (2019). Design Elements During Development of Videogame Programs for Children with Autism Spectrum Disorder: Stakeholders' Viewpoints. *Games for Health Journal*, 9(2), 137–145.  
<https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0070>
- Giusti, L., Zancanaro, M., Gal, E., & Weiss, P. (2011). *Dimensions of collaboration on a tabletop interface for children with Autism Spectrum Disorder*. 3295–3304.  
<https://doi.org/10.1145/1978942.1979431>
- González, J. L., Cabrera, M. J., & Gutiérrez, F. L. (2007). Using Videogames in Special Education. In R. Moreno Díaz, F. Pichler, & A. Quesada Arencibia (Eds.), *Computer Aided Systems Theory – EUROCAST 2007* (pp. 360–367). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-75867-9\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-540-75867-9_46)
- Halbrook, Y. J., O'Donnell, A. T., & Msetfi, R. M. (2019). When and How Video Games Can Be Good: A Review of the Positive Effects of Video Games on Well-Being. *Perspectives on Psychological Science*, 14(6), 1096–1104. <https://doi.org/10.1177/1745691619863807>
- Hazen, E. P., Stornelli, J. L., O'Rourke, J. A., Koesterer, K., & McDougle, C. J. (2014). Sensory Symptoms in Autism Spectrum Disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 22(2), 112–124. <https://doi.org/10.1097/01.HRP.0000445143.08773.58>
- Hedges, S. H., Odom, S. L., Hume, K., & Sam, A. (2018). Technology use as a support tool by secondary students with autism. *Autism*, 22(1), 70–79.  
<https://doi.org/10.1177/1362361317717976>
- Hyman, S. L., Levy, S. E., Myers, S. M., & Council on Children with Disabilities, S. on D. and B. P. (2020). Identification, Evaluation, and Management of Children With Autism Spectrum Disorder. *Pediatrics*, 145(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3447>
- Jan, M. 'Retro.' (2017, December 2). Game developer's guide to graphical projections (with video game examples), Part 2: Multiview. *Retronator Magazine*.  
<https://medium.com/retronator-magazine/game-developers-guide-to-graphical-projections-with-video-game-examples-part-2-multiview-8e9ad7d9e32f>

- Johnson, D., & Wiles, J. (2003). Effective affective user interface design in games. *Ergonomics*, 46(13–14), 1332–1345. <https://doi.org/10.1080/00140130310001610865>
- Kanner, L. & others. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2(3), 217–250.
- Kanode, C. M., & Haddad, H. M. (2009). Software Engineering Challenges in Game Development. *2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, 260–265. <https://doi.org/10.1109/ITNG.2009.74>
- Khowaja, K., Salim, S. S., Asemi, A., Ghulamani, S., & Shah, A. (2020). A systematic review of modalities in computer-based interventions (CBIs) for language comprehension and decoding skills of children with autism spectrum disorder (ASD). *Universal Access in the Information Society*, 19(2), 213–243. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00646-1>
- Klimmt, C., Possler, D., May, N., Auge, H., Wanjek, L., & Wolf, A.-L. (2019). Effects of soundtrack music on the video game experience. *Media Psychology*, 22(5), 689–713. <https://doi.org/10.1080/15213269.2018.1507827>
- Kojovic, N., Ben Hadid, L., Franchini, M., & Schaer, M. (2019). Sensory Processing Issues and Their Association with Social Difficulties in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1508. <https://doi.org/10.3390/jcm8101508>
- Koutonen, J., & Leppänen, M. (2013). How Are Agile Methods and Practices Deployed in Video Game Development? A Survey into Finnish Game Studios. In H. Baumeister & B. Weber (Eds.), *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (pp. 135–149). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38314-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38314-4_10)
- Larman, C., & Basili, V. R. (2003). Iterative and incremental developments. A brief history. *Computer*, 36(6), 47–56. <https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204375>
- Leekam, S. R., Prior, M. R., & Uljarevic, M. (2011). Restricted and repetitive behaviors in autism spectrum disorders: A review of research in the last decade. *Psychological Bulletin*, 137(4), 562–593. <https://doi.org/10.1037/a0023341>
- Lenhart, A., Kahne, J., Middaugh, E., Macgill, A., Evans, C., & Vitak, J. (2008). Teens, Video Games, and Civics: Teens’ Gaming Experiences Are Diverse and Include Significant Social Interaction and Civic Engagement. *Pew Internet & American Life Project*.
- Lewis, C., & Whitehead, J. (2011). The whats and the whys of games and software engineering. *Proceedings of the 1st International Workshop on Games and Software Engineering*, 1–4. <https://doi.org/10.1145/1984674.1984676>
- Lofland, K. B. (2016). The Use of Technology in the Treatment of Autism. In T. A. Cardon (Ed.), *Technology and the Treatment of Children with Autism Spectrum Disorder* (pp. 27–35). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20872-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20872-5_3)
- Loomes, R., Hull, L., & Mandy, W. P. L. (2017). What Is the Male-to-Female Ratio in Autism Spectrum Disorder? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the*

## Referências

---

- American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 56(6), 466–474.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.03.013>
- Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., Jones, E. J. H., Jones, R. M., Pickles, A., State, M. W., Taylor, J. L., & Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), 1–23.  
<https://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4>
- Maenner, M. J. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *MMWR. Surveillance Summaries*, 69. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
- Mahmoodi-Shahrehabaki, M. (2019). *The Use of Video Games in Literacy Education and Development: What Have We Learned?* (SSRN Scholarly Paper ID 3436537). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=3436537>
- Mairena, M. Á., Mora-Guiard, J., Malinverni, L., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2019). A full-body interactive videogame used as a tool to foster social initiation conducts in children with Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 67, 101438. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.101438>
- Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535–549.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>
- Marwecki, S., Rädle, R., & Reiterer, H. (2013). *Encouraging collaboration in hybrid therapy games for autistic children*. 469–474. <https://doi.org/10.1145/2468356.2468439>
- Mayer, R. E. (2019). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>
- Mazurek, M. O., & Engelhardt, C. R. (2013). Video Game Use in Boys With Autism Spectrum Disorder, ADHD, or Typical Development. *Pediatrics*, 132(2), 260–266.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2012-3956>
- Mesibov, G. B., Shea, V., & Schopler, E. (2005). *The TEACCH Approach to Autism Spectrum Disorders*. Springer Science & Business Media.
- Microsoft. (2021). *Visual Studio Code—Code Editing. Redefined*.  
<https://code.visualstudio.com/>
- Mirror Networking. (2021). *Mirror Networking – Open Source Networking for Unity*.  
<https://mirror-networking.com/>
- Motta, R. L., & Junior, J. T. (2013). *Short game design document (SGDD)*. 7.

- Muñoz González, J. M., Rubio García, S., & Cruz Pichardo, I. M. (2015). Strategies of Collaborative Work in the Classroom through the Design of Video Games. *Digital Education Review*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1064985>
- Ng, L. E. (2017). Technology as an Extension of the Self: Socialising Through Technology for Young People with Autism. In A. Marcus & W. Wang (Eds.), *Design, User Experience, and Usability: Understanding Users and Contexts* (pp. 393–402). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58640-3\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58640-3_28)
- Ng, Y. Y., Khong, C. W., & Nathan, R. J. (2018). Evaluating Affective User-Centered Design of Video Games Using Qualitative Methods. *International Journal of Computer Games Technology*, 2018, e3757083. <https://doi.org/10.1155/2018/3757083>
- Ng, Y.-K., & Pera, M. S. (2018). Recommending social-interactive games for adults with autism spectrum disorders (ASD). *Proceedings of the 12th ACM Conference on Recommender Systems*, 209–213. <https://doi.org/10.1145/3240323.3240405>
- Oddo, M. V. (2021, August 2). *What's an Indie Game Anyway?* Collider. <https://collider.com/what-makes-an-indie-game/>
- Peachpit. (2003). *Top-Down Perspective*. <https://www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=98834&seqNum=3>
- PEGI. (2017). *Pan European Game Information*. <https://pegi.info/pt-pt>
- Petrillo, F., Pimenta, M., Trindade, F., & Dietrich, C. (2008). Houston, we have a problem...: A survey of actual problems in computer games development. *Proceedings of the 2008 ACM Symposium on Applied Computing*, 707–711. <https://doi.org/10.1145/1363686.1363854>
- Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M., & Winograd, T. (2006). *SIDES: A cooperative tabletop computer game for social skills development*. 1–10. <https://doi.org/10.1145/1180875.1180877>
- Rahman, M., Ferdous, S. M., Ishtiaque Ahmed, S., & Anwar, A. (2011). Speech development of autistic children by interactive computer games. *Interactive Technology and Smart Education*, 8(4), 208–223. <https://doi.org/10.1108/17415651111189450>
- Rasga, C., Santos, J. X., Café, C., Oliveira, A., Duque, F., Nunes, A., Oliveira, G., & Vicente, A. M. (2020). Prevalência da perturbação do espectro do autismo na região Centro de Portugal: Um estudo no âmbito do projeto ASDEU. *Boletim Epidemiológico Observações*, 9(27), 47–51.
- Rauscher, A. (2013). Scoring Play – Soundtracks and Video Game Genres. In P. Moormann (Ed.), *Music and Game: Perspectives on a Popular Alliance* (pp. 93–105). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-18913-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-531-18913-0_5)
- Reinecke, L. (2009). Games and Recovery. *Journal of Media Psychology*, 21(3), 126–142. <https://doi.org/10.1027/1864-1105.21.3.126>

## Referências

---

- Richler, J., Bishop, S. L., Kleinke, J. R., & Lord, C. (2007). Restricted and Repetitive Behaviors in Young Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(1), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0332-6>
- Romanov, K. B. (2020). Coronavirus disease COVID-2019. *Safety and Risk of Pharmacotherapy (E-Journal) / Безопасность и риск фармакотерапии*, 03-Aug.
- Rosli, M. S., & Awalludin, M. F. N. (2018). Improving Vocabulary Skills Using Video Games. *Asia Proceedings of Social Sciences*, 2(4), 87–90. <https://doi.org/10.31580/apss.v2i4.324>
- Salazar, M. G., Mitre, H. A., Olalde, C. L., & Sánchez, J. L. G. (2012). Proposal of Game Design Document from software engineering requirements perspective. *2012 17th International Conference on Computer Games (CGAMES)*, 81–85. <https://doi.org/10.1109/CGames.2012.6314556>
- Sánchez, J. L. G., Vela, F. L. G., Simarro, F. M., & Padilla-Zea, N. (2012). Playability: Analysing user experience in video games. *Behaviour & Information Technology*, 31(10), 1033–1054. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.710648>
- Sharma, S. R., Gonda, X., & Tarazi, F. I. (2018). Autism Spectrum Disorder: Classification, diagnosis and therapy. *Pharmacology & Therapeutics*, 190, 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2018.05.007>
- Shaw, K. A., Maenner, M. J., Baio, J., Washington, A., Christensen, D. L., Wiggins, L. D., Pettygrove, S., Andrews, J. G., White, T., Rosenberg, C. R., Constantino, J. N., Fitzgerald, R. T., Zahorodny, W., Shenouda, J., Daniels, J. L., Salinas, A., Durkin, M. S., & Dietz, P. M. (2020). Early Identification of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 4 Years—Early Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, Six Sites, United States, 2016. *MMWR Surveillance Summaries*, 69(3), 1–11. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6903a1>
- Sherry, J. L. (2004). Flow and Media Enjoyment. *Communication Theory*, 14(4), 328–347. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00318.x>
- Silva, L. R., Silva, A. P. da, Elias, N. C., & Isotani, S. (2020). Computational approaches for literacy of children with autism: A systematic mapping. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1780267>
- Statista. (2021, June 29). *Mobile OS market share 2021*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>
- Technologies, U. (n.d.). *A diferença entre jogos 2D e 3D em Unity*. Retrieved November 14, 2021, from <https://unity.com/pt/how-to/difference-between-2D-and-3D-games>
- Tomalá-González, J., Guamán-Quinche, J., Guamán-Quinche, E., Chamba-Zaragocin, W., & Mendoza-Betancourt, S. (2020). Serious Games: Review of methodologies and Games

- engines for their development. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140827>
- Trevisan, D. F., Becerra, L., Benitez, P., Higbee, T. S., & Gois, J. P. (2019). A review of the use of computational technology in applied behavior analysis. *Adaptive Behavior*, *27*(3), 183–196. <https://doi.org/10.1177/1059712319839386>
- Unity Technologies. (2020). *Unity - Manual: 2D*. <https://docs.unity3d.com/Manual/Unity2D.html>
- Unity Technologies. (2021a). *About Cinemachine | Package Manager UI website*. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.cinemachine@2.1/manual/index.html>
- Unity Technologies. (2021b). *Getting Started with MLAPI | Unity Multiplayer Networking*. <https://docs-multiplayer.unity3d.com/docs/0.1.0/getting-started/about>
- Unity Technologies. (2021c). *Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D VR & AR Engine*. <https://unity.com/>
- Valencia, K., Rusu, C., Quiñones, D., & Jamet, E. (2019). The Impact of Technology on People with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *Sensors*, *19*(20), 4485. <https://doi.org/10.3390/s19204485>
- Vismara, L. A., & Rogers, S. J. (2010). Behavioral Treatments in Autism Spectrum Disorder: What Do We Know? *Annual Review of Clinical Psychology*, *6*(1), 447–468. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.121208.131151>
- Wolfe, K., Pound, S., McCammon, M. N., Chezan, L. C., & Drasgow, E. (2019). A Systematic Review of Interventions to Promote Varied Social-Communication Behavior in Individuals With Autism Spectrum Disorder. *Behavior Modification*, *43*(6), 790–818. <https://doi.org/10.1177/0145445519859803>
- Xu, G., Strathearn, L., Liu, B., O'Brien, M., Kopelman, T. G., Zhu, J., Snetselaar, L. G., & Bao, W. (2019). Prevalence and Treatment Patterns of Autism Spectrum Disorder in the United States, 2016. *JAMA Pediatrics*, *173*(2), 153–159. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4208>
- Zakari, H. M., Ma, M., & Simmons, D. (2014). A Review of Serious Games for Children with Autism Spectrum Disorders (ASD). In M. Ma, M. F. Oliveira, & J. Baalsrud Hauge (Eds.), *Serious Games Development and Applications* (pp. 93–106). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-11623-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-11623-5_9)
- Zarrad, A. (2018). Game engine solutions. *Simulation and Gaming*, 75–87.
- Zwaigenbaum, L., & Penner, M. (2018). Autism spectrum disorder: Advances in diagnosis and evaluation. *BMJ*, *361*, k1674. <https://doi.org/10.1136/bmj.k1674>



## ANEXO 1

### Histórico de Versões

O desenvolvimento da solução seguiu uma abordagem iterativa e incremental que foi alvo de sucessivos aprimoramentos. Este anexo reporta a evolução cronológica do desenvolvimento da solução, desde as primeiras iterações que fundaram o protótipo na fase de pré-produção.

As primeiras iterações facultaram ao mestrando aprendizagem relativa no desenvolvimento de videogames no *Unity* e avaliar tão cedo quanto possível a viabilidade da biblioteca MLAPI como solução de multijogador neste contexto. No início do projeto, apesar da MLAPI já ser a solução de *networking* para multijogador recomendada pela *Unity*, ainda existia alguma apreensão por parte da comunidade de desenvolvimento quanto à sua viabilidade por ser uma biblioteca muito recente, sem documentação, e ainda numa versão experimental, com vários problemas identificados. Esta validação era relevante na medida em que se verificasse que a MLAPI não satisfazia as necessidades do projeto conhecidas à altura e consequentemente impusesse encontrar outra solução, existia uma probabilidade elevada de comprometer as iterações posteriores devido ao esforço dedicado nesse período.

A primeira versão, a que corresponde a captura de ecrã exposta na Figura A-1 considerou um cenário multijogador em que cada jogador é detentor de um *GameObject* com um *sprite* em forma de cápsula e pode solicitar ao jogo uma nova localização para posicionar a sua cápsula. Nesta versão verificou-se que o MLAPI aparentava ter as funcionalidades necessárias para o que era pretendido no videogame, nomeadamente a capacidade de sincronização de objetos em tempo real.

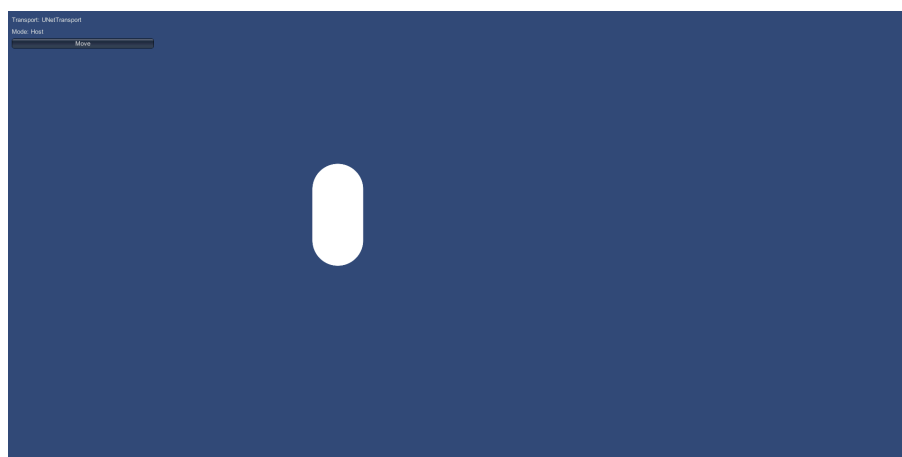


Figura A-1: 1.<sup>a</sup> versão do videogame

As versões subsequentes visaram a aprendizagem da ferramenta, com incidência na exploração de *GameObjects*, componentes, *scripts* e outros recursos do *Unity*, tendo como contexto o desenvolvimento do cenário de jogo. Nesta fase foram utilizados *sprites* do portal

*OpenGameArt* que disponibiliza gratuitamente arte para videogames. A Figura A-2 apresenta o videogame com esse incremento na decoração do mundo de jogo e na introdução de controle da personagem (elipse branca) através do teclado.



Figura A-2: 2.<sup>a</sup> versão do videogame

O incremento seguinte consistiu numa nova composição do mundo de jogo, na altura em que se definiu no desenho de jogo, que a experiência decorreria num jardim, com o resultado que se apresenta na Figura A-3. O personagem (objeto circular) possui um corpo físico e colisão física com outros objetos sólidos. Nesta versão é feita a primeira abordagem à interação entre jogadores introduzindo uma vantagem no jogo aos jogadores que fiquem próximos de outros, com um raio de ação dinâmico em seu redor que pretenda sugerir uma maior habilidade para uma competência ainda a definir.

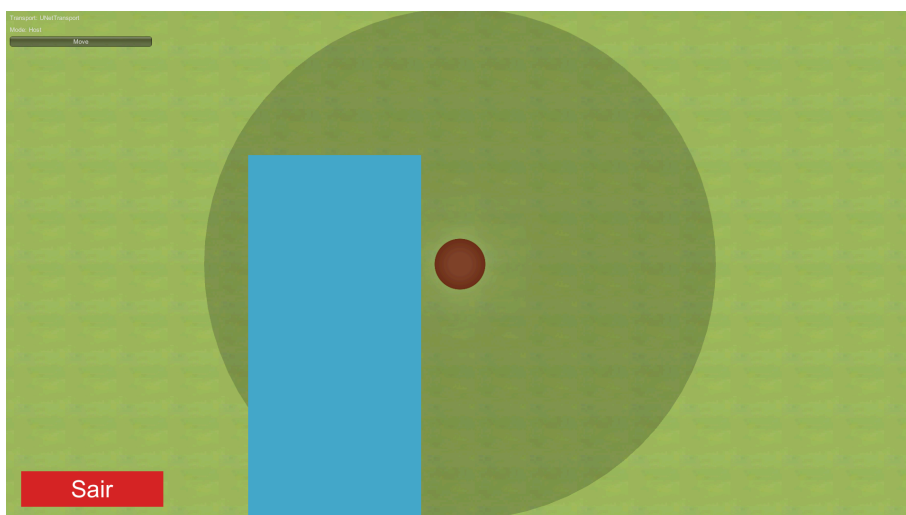


Figura A-3: 3.<sup>a</sup> versão do videogame

No incremento posterior foi adicionada a funcionalidade de atribuir cores dinâmicas aos objetos circulares que atuam como personagens de jogo para os poder distinguir em sessões multijogador. Foram também incluídos novos elementos gráficos no cenário do jogo. Estes novos elementos incluem objetos de decoração do cenário, como árvores e rochas, e objetos

representativos de itens a recolher pelos jogadores. Estes itens tinham a característica de reagirem à proximidade das personagens por via da opacidade dos objetos e de uma animação do tamanho do próprio objeto. O objeto ficava mais opaco ou mais transparente conforme o personagem se aproximava ou afastava, respetivamente. Quando a personagem se posicionava próximo do objeto, este iniciava uma animação aumentando e diminuindo continuamente o tamanho do seu corpo, com o objetivo de invocar a ideia de “atrair” a atenção.



Figura A-4: 4.<sup>a</sup> versão do videojogo

O incremento seguinte considera a joaninha como personagem do jogo e introduz a primeira animação representativa do movimento de caminhar. Neste incremento é ainda explorada a aproximação das personagens aos itens, tornando-os visíveis apenas quando estes forem alcançados pelo campo de visão do jogador. Esta característica teve a intenção de dar um propósito ao campo de visão dinâmico e em função da proximidade entre jogadores.



Figura A-5: 5.<sup>a</sup> versão do videojogo

O incremento seguinte contemplou o desenvolvimento da interação entre o personagem e os itens distribuídos pelo jardim, com a joaninha a baixar de altitude e descer até ao plano de elevação onde se encontravam os itens. Esta versão introduziu ainda a primeira tentativa para representar o ato de recolha do item que acontecia enquanto a joaninha se mantivesse próxima, com o círculo de progresso a surgir como mostra a Figura A-6.



Figura A-6: 6.ª versão do videojogo

A Figura A-7 apresenta o incremento seguinte em que o cenário de jogo foi remodelado com a concretização de um jardim preenchido com trevos e as primeiras espécies de flor. As espécies de flor herdaram dos objetos antecedentes as características de reação à proximidade das joaninhas e auferiram de um atributo que estabelece um tempo de vida que, quando consumado, destruía a flor.



Figura A-7: 7.ª versão do videojogo

O incremento seguinte exposto na Figura A-8 personalizou as joaninhas colorindo as suas asas e organizou os itens sobre as flores. Nesta fase institui-se como desafio do jogo a recolha de itens dispostos sobre flores.

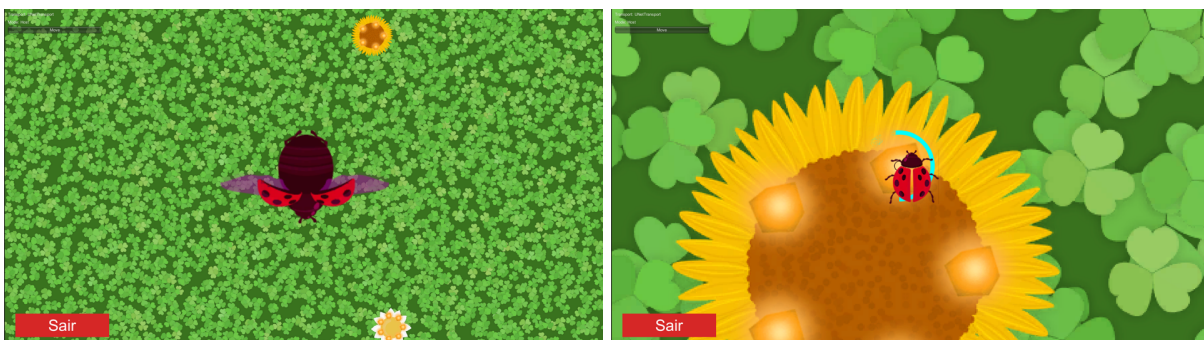


Figura A-8: 8.ª versão do videojogo

No incremento posterior, apresentado na Figura A-9, são introduzidas novas espécies de flor e é implementada a lógica de substituição de flores sem itens por novas flores da mesma espécie em outra localização do jardim. Nesta versão surge também o sistema de localizadores nas exterminadas da visão do jogo. O sistema de localizadores é alvo de várias iterações que procuram observar diferentes abordagens explorativas do comportamento que os localizadores deveriam ter durante a sessão, como variações de opacidade, cor, tamanho, orientação e animações de chamamento ao surgir pela primeira vez ao jogador.

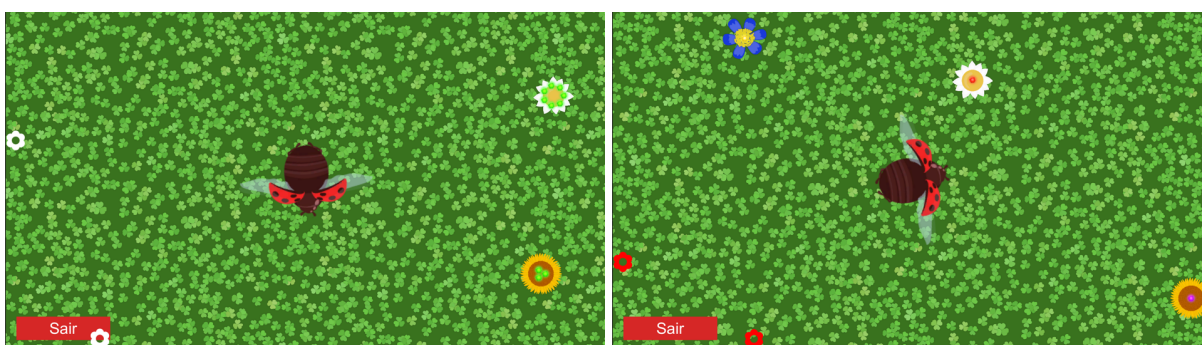


Figura A-9: 9.<sup>a</sup> versão do videojogo

A Figura A-10 mostra a versão seguinte que se concentrou em criar a interface gráfica de menus para gerir a experiência do jogo e experimentar os primeiros sons do jogo.

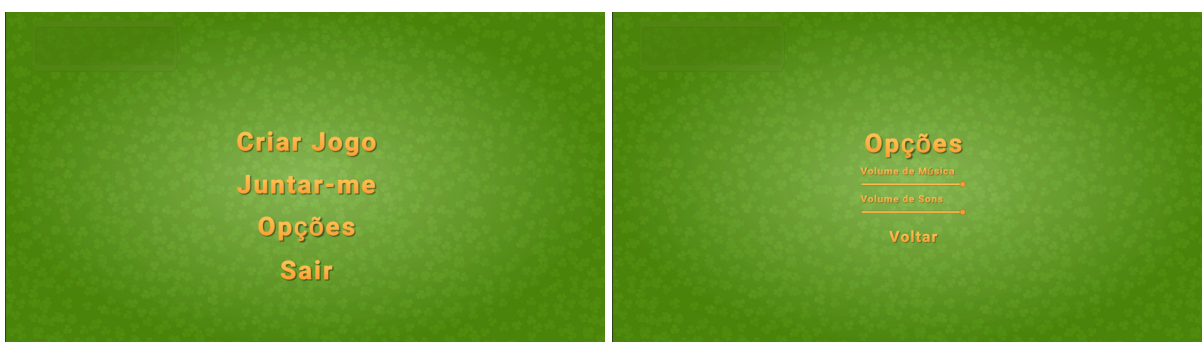


Figura A-10: 10.<sup>a</sup> versão do videojogo

O último incremento que antecedeu a versão atual do videojogo teve como foco o aprimoramento visual, a substituição dos objetos dos itens a recolher e o desenho do inventário. Esta versão foi alvo de várias iterações para melhorar a interface gráfica e sonora do videojogo. Nesta versão foi também introduzida a vista da informação da sessão do mundo de jogo e surge o *joystick* na interface gráfica do jogo como mostra a Figura A-11.



Figura A-11: 11.ª versão do videojogo