

Project Bug: um VR-serious game para o processo de controle biológico de insetos

Arthur W. F. de Jesus¹, Diogo G. Brignoni¹, Eduardo W. Horst¹, Rafael Rieder¹

¹Instituto de Tecnologia – Universidade de Passo Fundo (UPF)

{183120, 201027, 193807, rieder}@upf.br

Abstract. *Biological control is the natural regulation of plants and animals by their natural enemies, which act at different stages of the species' life. This paper presents the development of the game **Project Bug VR**, a VR-serious game for teaching entomology. It applies interaction techniques for 3D user interfaces to simulate the insect biological control process between aphids and parasitoids. We developed this game inspired by the Survivor Horror style, considering resources from the Unity game engine, the XR Interaction Toolkit package, and the Meta Quest 2.*

Resumo. *O controle biológico é a regulação natural de plantas e animais por seus inimigos naturais, que atuam em diferentes fases de vida das espécies. Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento do jogo **Project Bug VR**, um serious game de Realidade Virtual para o ensino da entomologia. Ele utiliza técnicas de interação para interfaces 3D para simular o processo de controle biológico de insetos entre afídeos e parasitoides. O projeto é inspirado no estilo Survivor Horror, e foi desenvolvido utilizando recursos da game engine Unity, do pacote XR Interaction Toolkit e do Meta Quest 2.*

1. Introdução

De acordo com [Checa & Bustillo 2020], a fusão de abordagens baseadas em jogos (*games*) e ambientes de Realidade Virtual (RV, VR) podem aprimorar metodologias de aprendizado e treinamento, reforçados pela disponibilidade de equipamentos acessíveis no mercado. Jogos sérios de RV (*VR-serious game*) utilizam interfaces 3D para criar experiências imersivas que vão além do entretenimento, visando fins educacionais, de treinamento ou de mudança comportamental [Espinosa-Curiel & de Alba-Chávez 2024]. Conforme [Liu et al. 2024], essas soluções contribuem para aumentar a aquisição de conhecimentos, motivam o usuário para dominar conteúdos, e proporcionam sinergia com métodos tradicionais de ensino.

Uma das áreas que pode se beneficiar com aplicações desta natureza é a Agromonia, uma área multidisciplinar das ciências agrárias que se dedica ao estudo e ao manejo dos recursos naturais para a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis e outros produtos de origem vegetal. De acordo com [De Oliveira & Corrêa 2020, Wang 2021, Bigonah et al. 2024], pode-se usar tecnologias de VR para construir soluções de ensino ou experimentos de simulação virtual, as quais podem representar cenários de crescimento de culturas, padrões de crescimento e cenas ecológicas da vida real, como o controle biológico na área de entomologia¹.

¹Especialidade da biologia que estuda os insetos sob todos os seus aspectos e relações com o homem, as plantas, os animais e o meio ambiente.

O controle biológico é um fenômeno natural que basicamente consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, ou seja, todas as espécies de plantas e animais possuem predadores naturais que atacam seus vários estágios de vida [Parra 2002]. Para ilustrar, pode-se citar a relação entre espécies de afídeos (pulgões) e determinadas espécies de vespas (gênero *Aphidius*). Nesse contexto, as vespas são uma espécie de parasitoide que têm como seu hospedeiro os afídeos, insetos considerados pragas. Assim, vespas se tornam potenciais agentes de controle biológico para uma cultura (por exemplo, trigo) que frequentemente é atacada por afídeos [Lau et al. 2023].

Explorar essa temática, de forma lúdica, pode ser interessante tanto para auxiliar no ensino de entomologia [Pasandideh Saqalaksari et al. 2024], como para disseminar práticas de manejo e controle biológico [Salvadori & Tonet 2001], propostas por empresas como a Embrapa². De acordo com [Campo & Dangles 2020], a escassez de pesquisas sobre games para alfabetização entomológica também apresenta oportunidades nesse domínio.

Com isso em mente, o objetivo deste trabalho é apresentar o **Project Bug VR**, um *VR-serious game* para o processo de controle biológico de insetos. O estudo se concentra na criação de uma aplicação imersiva, com Meta Quest, que permite ao usuário interagir em dois tipos de cenário: um onde ele atua como parasitoide, para controlar a proliferação de pragas e manter a cultura saudável; e outro onde ele atua como afídeo, para escapar de seus predadores e atacar a maior área possível de uma cultura.

Para tanto, o trabalho está organizado como segue: a Seção 2 apresenta os materiais e métodos utilizados para concepção do **Project Bug VR**; a Seção 3 detalha recursos e funcionalidades do *VR-serious game* proposto; e a Seção 4 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Materiais e Métodos

Esta seção apresenta os recursos empregados para o desenvolvimento de um protótipo que utiliza técnicas de interação para interfaces 3D a fim de proporcionar uma experiência imersiva na vida de um afídeo ou parasitoide, no contexto do controle biológico de insetos. As subseções seguintes destacam as tecnologias para a criação do software proposto denominado **Project Bug VR**.

2.1. Ferramentas e dispositivos

Project Bug foi desenvolvido com recursos da game engine Unity (2022.3.44f1), uma plataforma de criação de jogos multiplataforma 2D/3D/VR/AR. Além das funcionalidades nativas, utilizou-se também as ferramentas XR Plugin Management (4.4.0), responsável por configurar e gerenciar os plugins do provedor XR dentro dos projetos Unity; e XR Interaction Toolkit (2.6.3), sistema de interação de alto nível, baseado em componentes, utilizados para criar experiências de VR e AR.

Esses componentes fornecem uma estrutura que torna as interações 2D e 3D a partir de eventos de entrada da Unity, além do recurso de Navmesh³.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

³NavMesh é uma estrutura de dados abstrata usada em aplicativos de inteligência artificial para ajudar os agentes a encontrar caminhos em espaços complicados.

O jogo foi projetado para executar no dispositivo Meta Quest 2, um kit com *head-mounted display* (HMD) e controles de VR, desenvolvido pela Meta. Ele fornece ao usuário um equipamento vestível mais confortável, otimizada, de baixo custo e preparada para a imersão, em comparação com outros HMDs similares.

Para agilizar o desenvolvimento, utilizou-se um simulador de VR disponibilizado pelo XR Interaction Toolkit. O XR Device Simulator é um componente que manipula a entrada responsiva do mouse e do teclado do usuário, mapeados para acionar controles de VR e recursos do HMD sem ter, de fato, o equipamento vestível disponível.

2.2. Elementos fundamentais do jogo

Todo o projeto foi pensado e organizado em um *Game Design Document* (GDD), que contém as explicações de funcionamento/ mecânicas, protótipos e regras do jogo [Colby & Colby 2019]. Cada uma das partes do game foram divididas em pequenas etapas para auxiliar no desenvolvimento e na visualização de todas as tarefas, além de conseguir documentar o tempo de execução para cada tarefa. A Figura 1 apresenta uma imagem que sintetiza o GDD criado.

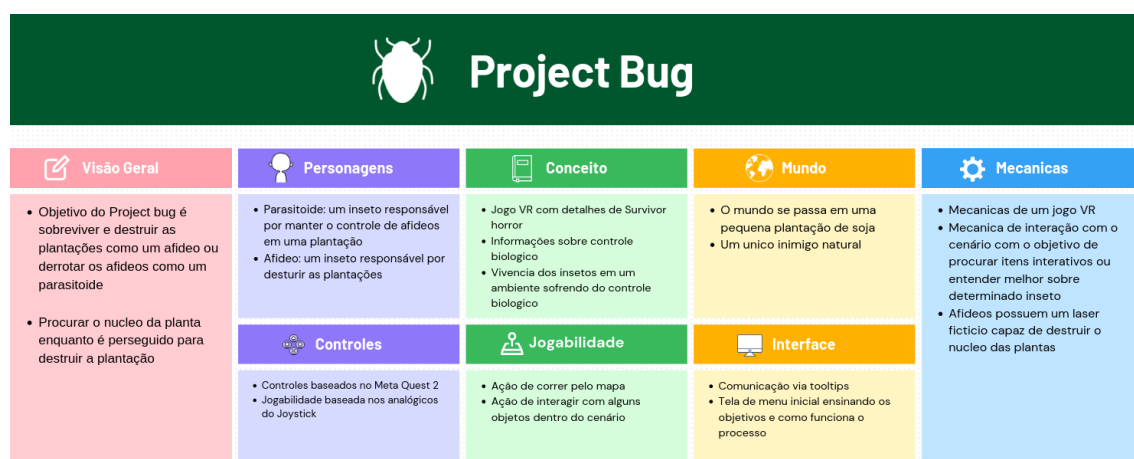


Figura 1. Game design canvas do projeto.

Em virtude do GDD ser um documento extenso, o mesmo não foi adicionado a este estudo. Ele pode ser acessado diretamente no repositório do GitHub do projeto⁴. Neste mesmo local, tem-se acesso às documentações adicionais e ao código-fonte.

3. Desenvolvimento do Project BUG

Project Bug é um jogo em estilo “Survivor Horror”, que simula em pequenas partidas o funcionamento do controle biológico entre afídeos e parasitoides. Nesta versão, o *player* (usuário) pode selecionar uma das duas classes que o jogo oferece e, consequentemente, entender o funcionamento e as características. Além disso, pode vivenciar o ambiente de plantação simulado e os papéis de interação proposto, do ponto de vista de cada uma das classes.

O objetivo do projeto é oferecer ao *player* uma experiência lúdica e competitiva, como forma de absorver, indiretamente, conhecimentos sobre entomologia e o controle

⁴Disponível em <https://github.com/ArthurwJesus/Project-Bug-VR>.

biológico em culturas agrícolas. A Figura 2 apresenta, respectivamente, o cenário de uma cultura, o menu para seleção de parasitoide ou afídeo, e as visões de cada um dos personagens.



Figura 2. Interfaces do Project Bug. Da esquerda superior à direita inferior: cenário virtual, menu de seleção de personagem, afídeo observando um parasitoide, e parasitoide visualizando um afídeo.

Com o intuito de tornar a experiência mais atrativa e cativante aos *players*, o game tem uma proposta de desafios dentro da partida, de acordo com a classe selecionada. Se o *player* utilizar a classe de parasitoide, seu objetivo foca em eliminar todos os afídeos e, no mapa, “salvar” as áreas cultivadas. Já o objetivo do afídeo é sobreviver no ambiente e destruir a plantação presente no mapa. Caso os afídeos consigam coletar três áreas cultivadas sem serem derrotados, o parasitoide perde o jogo.

Até o momento, existem apenas duas maneiras de interação do *player* dentro das partidas e uma maneira dentro dos menus. Durante a partida como parasitoide, o *player* tem a interação de ataque, ou seja, seu objetivo principal é eliminar todos os afídeos que estão andando pelo mapa tentando coletar a essência da vida das plantas, utilizando os controles para a movimentação, o *player* como parasitoide necessita chegar perto dos afídeos para eliminar o mesmo, caso os afídeos colem todas as essências da vida das plantas o parasitoide perde a partida. A Figura 3, esquerda, demonstra um exemplo de ação de um parasitoide caçando um afídeo.

Já nas partidas como afídeos, o *player* deve coletar todas as essências de vida das plantas enquanto utiliza os controles para realizar a movimentação. A interação com as essências é baseado apenas na movimentação, ou seja, o *player* necessita apenas passar por cima da mesma para coletar e, coletando três, tem o seu objetivo concluído. A Figura 3, direita, demonstra um exemplo de ação dos afídeos dentro da partida.

Os módulos de gerenciamento de configurações foram implementados para o controle do volume de áudio, onde se coletam os valores marcados na interface, armazenando-os numa variável global.



Figura 3. Representações de um *player* “Parasitoide” realizando uma ação de perseguição (esquerda), e outro *player* “Afídeo” efetuando uma ação de coleta no jogo (direita).

4. Conclusão

Este trabalho apresentou o **Project Bug VR**, um *serious game* para o processo de controle biológico de insetos que busca, por meio de técnicas de interação 3D, oferecer um processo interativo diferenciado. Para tanto, desenvolveu-se uma solução que explora, de forma lúdica, a relação entre pragas do campo e agentes de controle biológico em ambientes de plantações simulados, que colocam o usuário no papel dessas personagens.

Nesse contexto, pode-se dizer que o **Project Bug VR** é uma aplicação imersiva diferenciada, que pode servir como ferramenta de apoio ao ensino de entomologia. Por meio dele, pode-se oferecer ao usuário uma experiência única, utilizando os dispositivos e técnicas de VR para explorar o espaço virtual e simular a vida do inseto desejado.

Como perspectiva de trabalhos futuros, propõe-se, primeiramente, a execução de um estudo piloto para avaliar a usabilidade, a qualidade e a experiência do usuário da aplicação com alunos voluntários de Agronomia. Posteriormente, pode-se medir também a eficácia educacional, por meio de métricas que capturem o aprendizado dos conceitos de controle biológico, comparando com métodos tradicionais de ensino. Além disso, pretende-se adicionar novos recursos, como criação de partidas cooperativas onde diversos *players* podem explorar o mapa ao mesmo tempo (por exemplo, quatro participantes atuam como afídeos, e um atua como parasitoide, simulando situações reais do ambiente biológico). Por fim, aperfeiçoar a interação por controles e a navegação no ambiente virtual, bem como oferecer a opção de interação natural por gestos.

Agradecimentos

Este trabalho faz parte do escopo dos projetos “Desenvolvimento e validação de ferramentas para monitoramento e tomada de decisão de manejo de epidemias causadas por vírus transmitidos por insetos”, Chamada Universal CNPq/MCTI/FNDCT No. 18/2021 - Faixa A Grupos Emergentes; e “Soluções de Visão Computacional para manejo de epidemias causadas por vírus transmitidos por insetos”, Chamada CNPq No 08/2022. Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e de cota de iniciação científica, e pela concessão de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT ao pesquisador Rafael Rieder, processo No. 302773/2022-3.

Referências

- Bigonah, M., Jamshidi, F., & Marghitu, D. (2024). Immersive agricultural education: gamifying learning with augmented reality and virtual reality. In *Cases on collaborative experiential ecological literacy for education*, pages 26–76. IGI global. DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1710-5.ch002>.
- Campo, P. & Dangles, O. (2020). An overview of games for entomological literacy in support of sustainable development. *Current opinion in insect science*, 40:104–110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.05.018>.
- Checa, D. & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9):5501–5527. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>.
- Colby, R. & Colby, R. S. (2019). Game design documentation: Four perspectives from independent game studios. *Communication Design Quarterly Review*, 7(3):5–15. DOI: <https://doi.org/10.1145/3321388.3321389>.
- De Oliveira, M. E. & Corrêa, C. G. (2020). Virtual reality and augmented reality applications in agriculture: a literature review. In *2020 22nd symposium on virtual and augmented reality (svr)*, pages 1–9. IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/SVR51698.2020.00017>.
- Espinosa-Curiel, I. E. & de Alba-Chávez, C. A. G. (2024). Serious video games for agricultural learning: scoping review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17:1155–1169. DOI: <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3364086>.
- Lau, D., Sampaio, M. V., Salvadori, J. R., da Silva Pereira, P. R. V., Dos Santos, C. D. R., Engel, E., Panizzi, A. R., & Marsaro Júnior, A. L. (2023). Historical and contemporary perspectives on the biological control of aphids on winter cereals by parasitoids in south america. *Neotropical Entomology*, 52(2):172–188. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-022-01013-1>.
- Liu, Z., Chen, D., Zhang, C., & Yao, J. (2024). Design of a virtual reality serious game for experiencing the colors of dunhuang frescoes. *Heritage Science*, 12(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01477-x>.
- Parra, J. R. P. (2002). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. Editora Manole Ltda. ISBN: 9786589722045.
- Pasandideh Saqalaksari, M., Talebi, A. A., Van de Kamp, T., Reyhani Haghighi, S., Zimmermann, D., & Richter, A. (2024). Entomonvr: A new virtual reality game for learning insect morphology. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, pages 557–569. DOI: <https://doi.org/10.1101/2023.02.01.526587>.
- Salvadori, J. R. & Tonet, G. E. L. (2001). Manejo integrado dos pulgões de trigo. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/820438>.
- Wang, Y. (2021). The influence of virtual reality technology on the cultivation of agricultural students. *Mobile Information Systems*, 2021(1):7699106. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/7699106>.