



Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

EcoRoça - Proposta de um Jogo Sério para o Diálogo entre Saberes Tradicionais e Científicos

Jéssica Cerqueira Santos

Feira de Santana
2025



Universidade Estadual de Feira de Santana

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Jéssica Cerqueira Santos

**EcoRoça - Proposta de um Jogo Sério para o Diálogo
entre Saberes Tradicionais e Científicos**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Feira de Santana como parte
dos requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Victor Travassos Sarinho

Coorientador: Geilsa Costa Santos Baptista

Feira de Santana

2025

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S235e Santos, Jéssica Cerqueira EcoRoça - proposta de um jogo sério para o diálogo entre saberes tradicionais e científicos./ Jéssica Cerqueira Santos. – 2025. 93 f.: il.
Orientador: Victor Travassos Sarinho Coorientadora: Geilsa Costa Santos Baptista Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2025.
1.Agricultura familiar. 2.Conhecimento tradicional – Aprendizagem. 3.Jogos sérios. I.Sarinho, Victor Travassos, orient. II.Baptista, Geilsa Costa Santos, coorient. III.Universidade Estadual de Feira de Santana. IV.Título.
CDU : 004.4

Maria de Fátima de Jesus Moreira – Bibliotecária – CRB5/1120

Jéssica Cerqueira Santos

**EcoRoça - Proposta de um Jogo Sério para o Diálogo entre Saberes
Tradicionais e Científicos**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual
de Feira de Santana como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Mestre em Ciência da
Computação.

Feira de Santana, 25 de abril de 2025

BANCA EXAMINADORA

Victor Travassos Sarinho

Victor Travassos Sarinho (Orientador(a))
Universidade Estadual de Feira de Santana

Luiz Cláudio Machado

Luiz Cláudio Machado
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia

Claudia Pinto Pereira

Claudia Pinto Pereira
Universidade Estadual de Feira de Santana

Abstract

Family farming plays a key role in the Brazilian economy, being responsible for a significant portion of the food produced and consumed in the country. Practiced on small properties, this type of agriculture values traditional knowledge passed down through generations. However, it faces significant challenges, such as the increased use of pesticides and rural exodus, which gradually lead to the loss of this cultural knowledge. In this context, it becomes essential to integrate traditional and scientific knowledge taught in schools, fostering the connection between these forms of knowledge and strengthening cultural identity and sustainability in rural areas.

This study presents *EcoRoça*, a serious game in the agricultural harvest style developed based on research conducted in the community of Retiro, district of Coração de Maria, Bahia. The study conducted by Baptista (2007, 2016) integrates local planting practices and establishes connections with scientific content. Focused on crops such as corn, cassava, and pineapple, *EcoRoça* addresses essential agricultural practices, such as soil management and biological pest control, while also valuing the traditional knowledge of the local community.

The development of *EcoRoça* followed an applied, exploratory-descriptive, and qualitative design, organized into seven consecutive stages: (1) mapping of agricultural games; (2) narrative development; (3) flow modeling using UML diagrams; (4) incorporation of ethnobiological content; (5) complementary agronomic research; (6) definition of technologies; and (7) preliminary validation. The process was carried out collaboratively, involving a teacher from the Colégio Estadual do Campo Prof. José Waldomiro Santos da Conceição, two undergraduate research fellows, the researcher-author, and two supervising professors from UEFS. For validation, an online questionnaire (Google Forms) was applied during a Google Meet session with eight members of the Research Group in Ethnobiology and Science Education (GIEEC/UEFS). Based on the results obtained in this study, which is part of a project approved by the CEP-UEFS (Opinion 5.349.929/2022) and funded by CNPq (Grant 422642/2021-5), the pedagogical potential of *EcoRoça* to integrate traditional and scientific knowledge became evident, as it was designed to promote intercultural dialogue between students and teachers in rural education.

Keywords: family farming, serious games, simulation, learning, traditional knowledge

Resumo

A agricultura familiar desempenha um papel essencial na economia brasileira, sendo responsável por grande parte da produção de alimentos consumidos no país. Praticada em pequenas propriedades, essa forma de agricultura valoriza o conhecimento tradicional transmitido entre gerações. Entretanto, enfrenta desafios significativos, como o aumento do uso de agrotóxicos e o êxodo rural, que resulta na perda gradual desse saber cultural. Nesse cenário, torna-se indispensável integrar os conhecimentos tradicionais e os científicos ensinados nas escolas, promovendo a aproximação entre esses saberes e fortalecendo a identidade cultural e a sustentabilidade no campo.

Este trabalho apresenta o *EcoRoça*, um jogo sério no estilo de colheita agrícola desenvolvido com base nos resultados de uma pesquisa realizada na comunidade de Retiro, distrito de Coração de Maria, Bahia. O estudo conduzido por Baptista (2007, 2016) integra as práticas de plantio locais e estabelece conexões com conteúdos científicos. Focado em culturas como milho, mandioca e abacaxi, o *EcoRoça* aborda práticas agrícolas essenciais, como o manejo do solo e o controle biológico de pragas, ao mesmo tempo que valoriza o conhecimento tradicional da comunidade local.

A construção do *EcoRoça* seguiu um delineamento aplicado, exploratório-descritivo e qualitativo, organizado em sete etapas consecutivas: (1) mapeamento de jogos agrícolas; (2) elaboração da narrativa; (3) modelagem do fluxo em diagramas UML; (4) incorporação de conteúdo etnobiológico; (5) pesquisa agronômica complementar; (6) definição das tecnologias; e (7) validação preliminar. O processo foi conduzido de forma colaborativa, envolvendo uma professora do Colégio Estadual do Campo Prof. José Waldomiro Santos da Conceição, dois bolsistas de iniciação científica, a pesquisadora-autora e dois docentes orientadores da UEFS. Para a validação, aplicou-se um questionário on-line (Google Forms) durante uma reunião no Google Meet com oito integrantes do Grupo de Investigações em Etnobiologia e Ensino de Ciências (GIEEC/UEFS). A partir dos resultados obtidos neste trabalho, vinculado a um projeto aprovado pelo CEP-UEFS (Parecer 5.349.929/2022) e financiado pelo CNPq (Proc. 422642/2021-5), tornou-se evidente o potencial pedagógico do *EcoRoça* para integrar saberes tradicionais e científicos, o qual foi concebido para promover o diálogo intercultural entre alunos e professores da educação do campo.

Palavras-chave: agricultura familiar, jogos sérios, simulação, aprendizagem, conhecimento tradicional

Prefácio

Esta dissertação de mestrado foi submetida à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

A dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PGCC), tendo como orientador o Prof. Dr. **Victor Travassos Sarinho** e a Prof^a. Dra. **Geilsa Costa Santos Baptista** como coorientadora deste trabalho.

Agradecimentos

Agradeço, antes de tudo, a Deus, que me sustentou em cada etapa desta jornada; a Ele seja toda a honra e toda a glória. Expresso minha profunda gratidão ao meu esposo, Caio Lucas, pelo amor e pelo apoio incondicionais, mesmo quando o estudo tomou o tempo que seria do nosso lazer.

Sou grata também aos meus pais, Sérgio e Maricelma, e ao meu irmão, Gabriel, que sempre celebraram meus projetos e ofereceram incentivo constante. Ao professor Victor Sarinho, meu orientador, agradeço por acolher minhas ideias e, com paciência, apoiar meu interesse em trabalhar com agricultura. Igualmente, agradeço à professora Geilsa Costa, minha coorientadora, pelo estímulo e por ampliar minha visão além dos limites da minha área de atuação, e à professora Cláudia Ribeiro, cujo apoio e cuidadosa orientação contribuíram diretamente para o aprimoramento desta dissertação.

Dirijo um agradecimento especial aos colegas do PGCC Lais, Luciano e Marcos , cuja rede de apoio tornou este percurso mais leve. Por fim, reconheço a contribuição de amigos e familiares que, com orações e palavras de encorajamento, estiveram comigo, direta ou indiretamente, ao longo desta caminhada.

*“Porque Dele, e por Ele, e para Ele,
são todas as coisas[...]”*

– Romanos 11:36

Sumário

Abstract	i
Resumo	ii
Prefácio	iii
Agradecimentos	iv
Alinhamento com a Linha de Pesquisa	viii
Produções Bibliográficas, Produções Técnicas e Premiações	ix
Lista de Tabelas	x
Lista de Figuras	xii
Lista de Abreviações	xiii
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Motivação	3
1.3 Contribuições	4
1.4 Organização do Trabalho	4
2 Revisão Bibliográfica	5
2.1 Agricultura Familiar	5
2.1.1 Êxodo Rural e o Conhecimento Tradicional	6
2.1.2 Aspectos Educacionais do Campo	8
2.2 Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na agricultura	10
2.3 Serious Games	13
2.4 O Uso de Jogos Digitais em Sala de Aula	15
2.5 Uma Visão Geral sobre a Pesquisa Colaborativa e Seus Benefícios para a Área Científica	18
2.6 Trabalhos Relacionados	19

3 Metodologia	23
4 Resultados e Discussão	31
4.1 Narrativa desenvolvida para o <i>EcoRoça</i>	31
4.2 Processos Técnicos na Construção do Jogo	32
4.2.1 Estrutura de Cenas e Nós:	32
4.2.2 Interface e Interações:	34
4.2.3 Scripts e Lógica do Jogo:	34
4.2.4 Visual e Finalização do Jogo:	35
4.3 Modelagem do Jogo em UML	35
4.4 Caracterização do Jogo e Mecânicas	42
4.5 Elementos da Interface	51
4.6 Validação preliminar	54
4.7 Proposição de Uso Pedagógico	57
5 Considerações Finais	63
6 Trabalhos Futuros	65
Referências	67

Alinhamento com a Linha de Pesquisa

Linha de Pesquisa: Software e Sistemas Computacionais

A presente proposta se enquadra na linha de pesquisa de Software e Sistemas Computacionais, pois busca contribuir com a aproximação de alunos e professores do campo com instrumentos de ensino alternativos como Jogos de propósitos educacionais, assim possibilitando a aprendizagem através da tecnologia.

Produções Bibliográficas, Produções Técnicas e Premiações

0.1 Produções da Autora

SANTOS, J. C.; BAPTISTA, G. C. S.; DOS SANTOS, G. N. M.; GUSMÃO, I. K. C. N.; SARINHO, V. T.; CORDEIRO, L. G. L. **EcoRoça: Um Serious Game para a Educação Intercultural no Campo.** In: *Anais do SBGames 2024*. 2024. DOI: [10.5753/sbgames_estendido.2024.240169](https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2024.240169).

0.2 Coprodução da Autora

CORDEIRO, L. G. L.; SANTOS, J. C.; GUSMÃO, I. K. C. N.; DOS SANTOS, G. N. M.; BAPTISTA, G. C. S.; SARINHO, V. T. **Desenvolvimento e validação de um jogo mobile para o diálogo intercultural no ensino de biologia.** *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista — ENCITEC*, v. 14, n. 3, p. 353–376, 2024. DOI: [10.31512/encitec.v14i3.1675](https://doi.org/10.31512/encitec.v14i3.1675).

Lista de Tabelas

2.1	Resumo de projetos que utilizam sensoriamento remoto e robótica na agricultura (Roldán et al., 2018). Traduzido pela autora.	10
2.2	Classificação de Serious Games. Fonte (de Sá Alves, 2013). Traduzido pela autora	14
2.3	Benefícios e Desafios dos Jogos Digitais em Sala de Aula	17
4.1	Distribuição percentual das respostas dos avaliadores (%)	55
4.2	Tabela de conteúdos, habilidades e códigos da BNCC.	60

Lista de Figuras

2.1	Resumo dos principais critérios de definição do Agricultor Familiar segundo a Lei 11.326/2006 (Brasil, 2006). Imagem: Autora	6
2.2	Evolução percentual da população rural no Brasil ao longo de cinco décadas. Fonte: Autora, com base em IBGE (2010, 2022)	8
2.3	Arquitetura para sistema de irrigação. Fonte: (HAMDOON e ZENGIN, 2023). Traduzido pela autora. Imagens: flaticon.com.	12
2.4	Características que reforçam o objetivo da aprendizagem. Fonte: (Goethe, 2019), p. 17. Traduzido pela autora.	13
2.5	Jogo <i>Top Crop: Farming For The Future</i>	19
2.6	Jogo <i>Farmers 2050</i>	20
2.7	Jogo <i>Journey 2050</i>	20
2.8	Jogo <i>SEGAE: a serious game to learn agroecology</i>	20
2.9	Simulador <i>Agricultural Simulator</i>	21
2.10	Simulador <i>Farming Simulator 22</i>	21
3.1	Etapas metodologia. Fonte: Autora	24
4.1	Cena principal. Fonte: Autora	32
4.2	Instância da cena terreno. Fonte: Autora	33
4.3	Cena da planta mandioca. Fonte: Autora	33
4.4	Nós da interface. Fonte: Autora	34
4.5	Script para lidar com o controle biológico das pragas formiga e lagarta. Fonte: Autora	35
4.6	Fluxo principal do jogo EcoRoça. Fonte: Autora	36
4.7	Fluxo para as pragas. Fonte: Autora	37
4.8	Fluxo para as ervas daninhas. Fonte: Autora	38
4.9	Fluxo para combater as pragas. Fonte: Autora	39
4.10	Fluxo para remover as ervas daninhas. Fonte: Autora	40
4.11	Caso de Uso das ações no jogo. Fonte: Autora	41
4.12	Tela inicial do jogo. Fonte: Autora	42
4.13	Tutorial. Fonte: Autora	43
4.14	Tela principal com a área do jogo. Fonte: Autora	43
4.15	Descrição dos ícones em tela e demonstrativo do local da contagem das rodadas. Fonte: Autora	44

4.16	Preparação do solo: opção afifar. Fonte: Autora	45
4.17	Preparação do solo: opção capinar. Fonte: Autora	45
4.18	Preparação do solo: opção regar. Fonte: Autora	46
4.19	Opção para ter acesso as sementes disponíveis. Fonte: Autora	46
4.20	Tela que mostra todas as sementes e suas quantidades para o plantio. Fonte: Autora	47
4.21	Com a semente escolhida é possível visualizar informações sobre aquele cultura, modo de plantio e pragas. Fonte: Autora	47
4.22	Opção para colher. Fonte: Autora	48
4.23	Indicação de pontuações. Fonte: Autora	48
4.24	Acesso a informações do solo. Fonte: Autora	48
4.25	Itens para comprar com os pontos adquiridos. Fonte: Autora	49
4.26	Itens comprados. Fonte: Autora	50
4.27	Itens disponíveis para o jogador utilizar. Fonte: Autora	50
4.28	Tela fim de jogo. Fonte: Autora	51
4.29	Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora	52
4.30	Ações realizadas pelo jogo. Fonte: Autora	53
4.31	Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora	53
4.32	Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora	54
4.33	Informações sobre a cultura do milho. Com falas retiradas da disser- tação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora	57
4.34	Informações sobre a cultura da mandioca. Com falas retiradas da dissertação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora	58
4.35	Informações sobre a cultura do abacaxi. Com falas retiradas da dis- sertação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora	58
4.36	Informações sobre o controle biológico da formiga. Fonte: Autora . .	59
4.37	Informações sobre o controle biológico da lagarta. Fonte: Autora . .	59

Lista de Abreviações

Abreviação	Descrição
SG	Serious Game
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
PNATER	Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária
EFA	Escolas Famílias Agrícolas
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PRONERA	Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
IoT	Internet Of Things
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping
AP	Agricultura de Precisão
HS	Harmony Search
GBL	Game-based Learning
DGBL	Digital Game-based Learning
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular

Capítulo 1

Introdução

A agricultura é um segmento de grande importância para a economia brasileira (de Castro, 2015), sendo um setor bem-sucedido em termos de crescimento da produtividade em comparação com outras áreas da economia (Arias et al., 2017). A agricultura familiar, em particular, tem-se destacado como uma forte aliada nesse cenário. Segundo o último Censo Agropecuário realizado em 2017, mais de 10 milhões de pessoas estavam empregadas na agricultura familiar (Teixeira, 2019).

A agricultura familiar é um modelo de produção agrícola no qual a participação direta da família é fundamental em todas as etapas do trabalho no campo. Esse setor, caracterizado por propriedades de pequeno e médio porte, é responsável pela produção de uma diversidade de alimentos essenciais para a alimentação da população (Siqueira et al., 2021; Fuller et al., 2021). Culturas como milho, mandioca, feijão, arroz, banana, além de uma variedade de frutas e hortaliças, são cultivadas por agricultores familiares, contribuindo para a segurança alimentar e a diversificação da oferta de alimentos no país (Benites e Trentini, 2019; Guimarães et al., 2011).

Para apoiar os agricultores familiares em suas práticas, existem programas governamentais como a ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural) e o PRONATER (Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária). Esses programas têm como objetivo principal difundir conhecimentos técnicos e oferecer suporte aos pequenos agricultores (Brasil, 2010; Brasil. Ministério da Agricultura, 2020). Adicionalmente, as escolas localizadas em áreas rurais desempenham um papel significativo na instrução dos agricultores, fornecendo conhecimentos de natureza científica. No entanto, é crucial que esse modelo educacional, muitas vezes influenciado por padrões urbanos, seja sensível ao contexto sociocultural específico (Oliveira et al., 2016), conforme as diretrizes da educação do país estabelecidas pelo Art. 28 da Lei nº 9.394/96.

Na oferta da educação básica para a população rural, os sistemas de ensino proverão as adaptações necessárias à sua adequação, às peculiaridades da vida rural e de cada região, no inciso: I - conteúdos curriculares

e metodologia apropriada às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural; II - organização escolar própria, incluindo a adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas; III - adequação à natureza do trabalho na zona rural (Brasil, 1996).

Dessa forma, é essencial reconhecer o valor do conhecimento tradicional na agricultura. Esse conhecimento, transmitido de geração em geração, resulta da experiência acumulada ao longo dos anos e do profundo vínculo entre as comunidades agrícolas e a terra (Barbieri et al., 2014; de Aquino e de Assis, 2012). Um dos aspectos importantes do conhecimento tradicional é sua ênfase na sustentabilidade. Os agricultores familiares aprenderam a trabalhar em harmonia com a natureza, respeitando os ciclos naturais, conservando a biodiversidade e utilizando os recursos de forma responsável. Eles praticam a rotação de culturas para manter a fertilidade do solo, adotam sistemas agroflorestais para promover a diversidade de plantas e animais, e usam técnicas de controle de pragas e doenças que minimizam o impacto ambiental (Paes e Zappes, 2016). Além disso, o conhecimento tradicional ajuda a preservar a identidade cultural de um povo (de Aquino e de Assis, 2012).

Ao incorporar as questões sociais e respeitar a cultura e o conhecimento local, busca preservar a identidade, os costumes e as tradições de cada povo, propiciando a conquista de direitos sociais e a melhoria da qualidade de vida dessas populações [...] (de Aquino e de Assis, 2012).

Infelizmente, observa-se um declínio gradual do conhecimento tradicional. Diversos fatores contribuem para essa perda, como o uso crescente de agrotóxicos e fertilizantes químicos, que levam alguns agricultores a adotarem essas substâncias como soluções imediatas em detrimento de métodos mais sustentáveis. Além disso, o êxodo rural tem afastado muitos jovens das práticas agrícolas tradicionais, interrompendo a transmissão desses conhecimentos entre as gerações (de Aquino e de Assis, 2012). Para mitigar essa tendência, é essencial valorizar e fortalecer o conhecimento tradicional na agricultura familiar. Uma estratégia é promover o diálogo intercultural nas escolas do campo, onde a maioria dos estudantes são filhos de pequenos agricultores. Esse diálogo pode facilitar o compartilhamento tanto do conhecimento tradicional das famílias quanto do conhecimento científico transmitido pelos professores.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um jogo do tipo *Serious Games* (SGs), utilizando os resultados de uma pesquisa realizada em Retiro, distrito de Coração de Maria, Bahia. O estudo conduzido por (Baptista, 2007, 2016) envolveu estudantes agricultores e teve como foco a investigação de seus conhecimentos tradicionais, os quais foram relacionados aos conteúdos de ensino da biologia presentes em livros didáticos.

Os *Serious Games* se apresentam como uma ferramenta eficaz para simular a realidade de diversos contextos no campo. Diferentemente dos jogos voltados exclusivamente para o entretenimento, os SGs têm por objetivo alcançar um propósito específico (aprendizagem, simulação, conscientização) utilizando a gamificação e as dinâmicas de jogos (Katsaliaki e Mustafee, 2015). Esses jogos proporcionam imersão

em ambientes desafiadores e realistas, oferecendo experiências que complementam o ensino formal. Além disso, os SGs destacam-se pelo seu custo-benefício, sendo uma opção vantajosa para simulações em cenários complexos ou que requerem mais tempo de vivência (Gloria et al., 2014). Eles permitem que os jogadores absorvam conhecimentos de maneira interativa, facilitando a compreensão e a retenção de informações. Exemplos de jogos como *Top Crop*, *Farmers 2050*, *Journey 2050*, *SEGAE*, *Agricultural Simulator* e *Farming Simulator* demonstram cuidados com o ambiente agrícola, abordando temas como meteorologia, irrigação, drenagem, conservação do solo, mecanização agrícola, fitotecnia e zootecnia (Hax e Filho, 2015, 2014). No entanto, esses jogos não contemplam saberes tradicionais importantes para fomentar o diálogo intercultural e estão geralmente ambientados em cenários estrangeiros.

1.1 Objetivos

Desenvolver um jogo digital que contribua para a promoção de diálogo intercultural entre alunos e professores da educação do campo, a partir de práticas estabelecidas no estudo de (Baptista, 2007, 2016):

- Construir a narrativa do jogo digital proposto a partir das práticas estabelecidas em (Baptista, 2007, 2016);
- Modelar computacionalmente o jogo proposto;
- Definir uma mecânica de jogo;
- Avaliar, junto a um grupo de especialistas na área da educação, aspectos relacionados a contexto, estrutura e usabilidade do jogo;

1.2 Motivação

A afinidade da autora com o tema agricultura nasce das narrativas que ouviu desde a infância, contadas por sua mãe e por seus tios acerca do modo de vida no povoado de Água Vermelha, próximo a Jequié, Bahia. Essas histórias vividas por seus avós maternos, seu Elias e Erenita, carinhosamente chamada Dona Nita, descreviam a rotina na roça, como plantar e cuidar dos animais.

Além de ouvir essas memórias, a autora passou grande parte das férias escolares na roça dos avós, onde ajudava em pequenas tarefas, provava frutas colhidas diretamente do pé e observava o trabalho dos seus avós. As lembranças desse convívio, marcadas por conversas ao redor do fogão a lenha, tornaram-se referências afetivas que fortaleceram seu apreço pelos saberes tradicionais do campo.

1.3 Contribuições

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, que culminou na criação do jogo digital *EcoRoça*, constatamos que o jogo se revela um recurso viável e significativo para o processo de construção do conhecimento. Ele representa a principal contribuição deste trabalho e pode ser utilizado em escolas, sobretudo naquelas inseridas em contextos que refletem as vivências e tradições da área estudada. Além de apoiar a aprendizagem, o *EcoRoça* também difunde os saberes tradicionais da comunidade de Retiro, distrito de Coração de Maria (BA), valorizando, assim, as práticas da agricultura familiar.

1.4 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, são apresentados alguns conceitos que elucidam o projeto, bem como os trabalhos correlatos encontrados. No Capítulo 3, são descritas a construção do trabalho e as etapas para o desenvolvimento do projeto. O Capítulo 4 apresenta os resultados e a discussão sobre como a pesquisa contribui para o objetivo proposto. No Capítulo 5, são expostas as considerações finais da autora e, por fim, no Capítulo 6, são abordados os trabalhos futuros e as perspectivas da pesquisa.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Agricultura Familiar

Conforme estipulado na Lei 11.326, decretada em 24 de julho de 2006, o conceito de agricultor familiar é determinado por critérios que visam à caracterização e à diferenciação desse segmento dentro do contexto rural. Um agricultor se enquadra nessa categoria quando suas atividades estão enraizadas no meio rural e a extensão de sua propriedade não excede o limite de 4 módulos fiscais, uma medida que varia de acordo com o município onde se localiza a propriedade. Além disso, um aspecto fundamental para a identificação do agricultor familiar é a gestão familiar da propriedade, o que significa que a tomada de decisões e o controle das operações agrícolas devem ser predominantemente exercidos pelos membros da família, sendo permitido o emprego de até dois trabalhadores externos ao meio familiar (Brasil, 2006).

Como ilustra a Figura 2.1, não apenas os aspectos ligados à dimensão da propriedade e ao número de trabalhadores externos são relevantes, mas também a forma de gestão e a principal fonte de subsistência da unidade familiar. Ao manter a tomada de decisões no seio da família, pretende-se reforçar o papel dos saberes locais e do vínculo com a terra como elementos centrais desse modelo de produção.

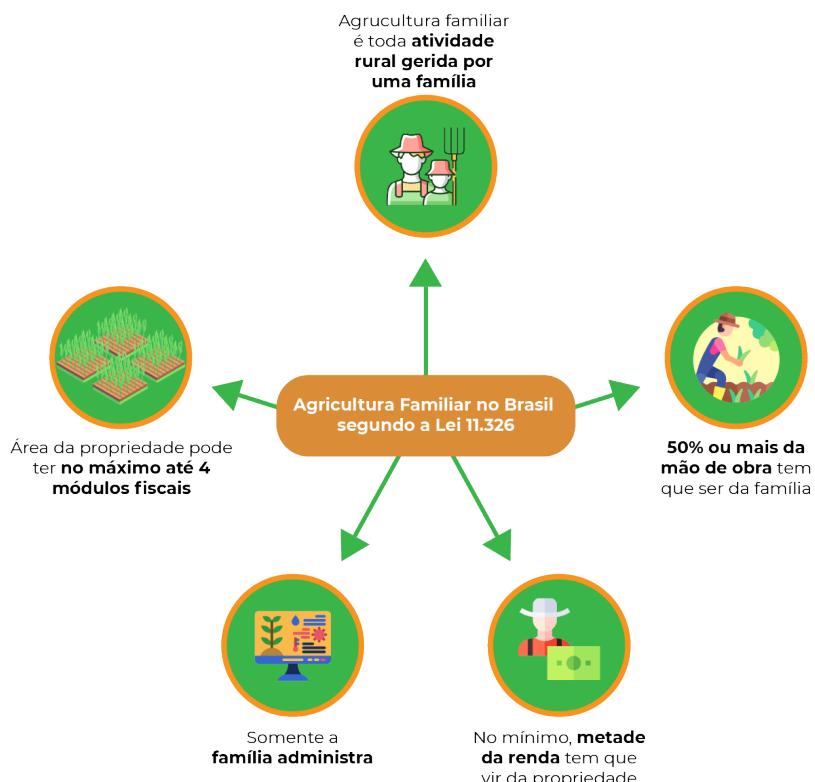


Figura 2.1: Resumo dos principais critérios de definição do Agricultor Familiar segundo a Lei 11.326/2006 (Brasil, 2006). Imagem: Autora

A definição de agricultores familiares não se restringe unicamente àqueles que cultivavam a terra, mas também abrange uma ampla gama de atividades relacionadas ao meio rural, como os povos e comunidades tradicionais, assentados provenientes da reforma agrária, silvicultores, aquicultores e extrativistas. Um aspecto importante desses grupos é a transmissão de conhecimentos e técnicas de uma geração para outra. A passagem do saber tradicional é um pilar fundamental para a preservação dessas atividades e para garantir a continuidade dos modos de vida sustentáveis e culturalmente ricos (Silva, 2013).

2.1.1 Êxodo Rural e o Conhecimento Tradicional

Ao longo das últimas cinco décadas, o Brasil testemunhou um significativo deslocamento populacional do campo para as cidades, conhecido como êxodo rural. Esse fenômeno é caracterizado pela migração em larga escala de indivíduos do meio rural para o meio urbano (Marsaro, 2023). Esse movimento massivo de migração para os centros urbanos é impulsionado por uma série de fatores complexos e interligados

(Calgaro et al., 2020). Fatores como a falta de infraestrutura básica e serviços essenciais nas áreas rurais, como estradas, escolas e hospitais, tornam a vida no campo menos atrativa, especialmente para os jovens (Foguesatto et al., 2016). A falta de acesso a oportunidades de emprego bem remunerado também desempenha um papel significativo, levando os moradores rurais a migrarem para as cidades em busca de uma vida melhor (Hein e da Silva, 2019; Marsaro, 2023).

O impacto do êxodo rural na agricultura brasileira é profundo e abrangente. A escassez de mão de obra no campo é um dos principais desafios enfrentados pelos agricultores, especialmente aqueles que dependem do trabalho manual em suas propriedades (Calgaro et al., 2020). Esse fenômeno também contribui para o envelhecimento da população rural, já que os jovens são os mais propensos a migrar para áreas urbanas em busca de oportunidades (Bouchard e Wike, 2022). O êxodo rural também tem um impacto significativo no conhecimento tradicional das comunidades rurais. Ao migrarem para os centros urbanos, muitos habitantes das áreas rurais levam consigo séculos de sabedoria e práticas agrícolas tradicionais transmitidas de geração em geração (Rocha Moreno et al., 2020). Esse conhecimento inclui técnicas de cultivo adaptadas ao clima e ao solo local, o uso de plantas medicinais, a criação de animais e a conservação dos recursos naturais.

Com o abandono das áreas rurais, esse conhecimento tradicional corre o risco de ser perdido, pois as gerações mais jovens têm menos oportunidades de aprender com seus ancestrais. Isso não apenas empobrece culturalmente as comunidades rurais, mas também pode ter consequências negativas para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar. Além disso, o conhecimento tradicional muitas vezes complementa o conhecimento científico moderno, oferecendo insights e soluções para desafios específicos enfrentados pela agricultura. Sua preservação e promoção são essenciais para uma abordagem holística e sustentável no desenvolvimento agrícola (Tagliapietra et al., 2021).

Para ilustrar o declínio da presença populacional nas áreas rurais brasileiras, a Figura 2.2 exibe a trajetória percentual da população rural do país em diferentes décadas, de 1970 a 2020. Percebe-se uma queda pronunciada no período, associada aos fenômenos sociais, econômicos e culturais citados anteriormente.

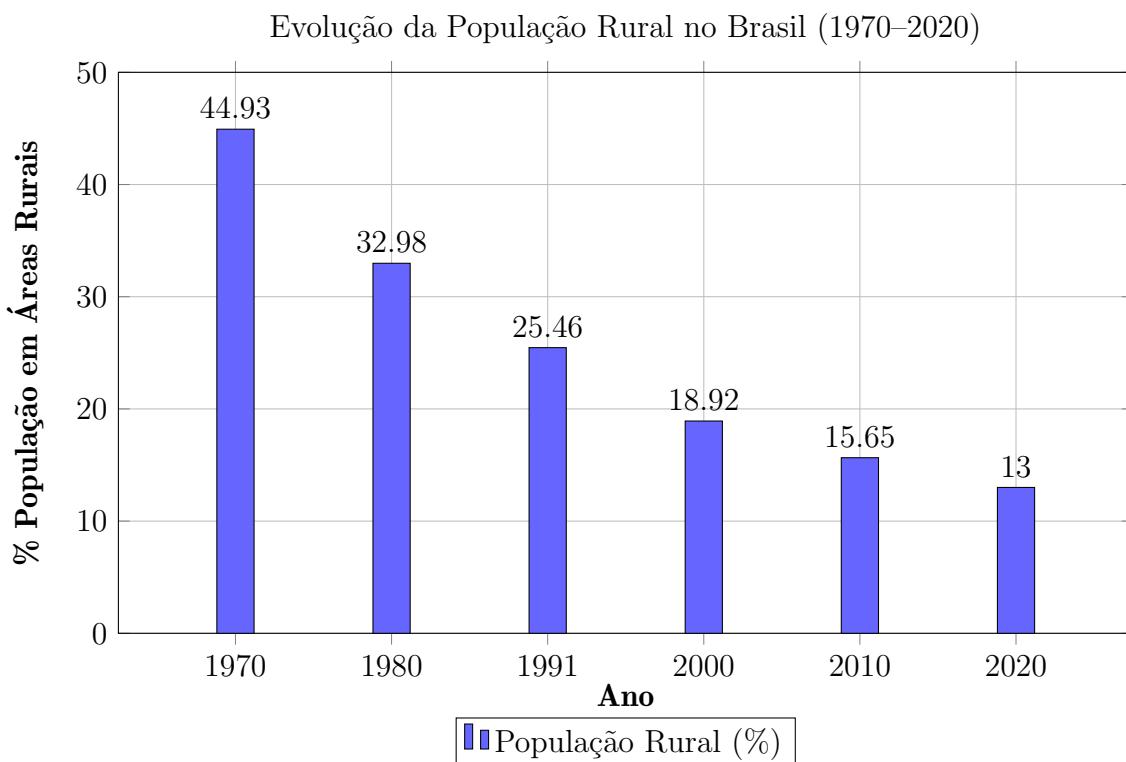


Figura 2.2: Evolução percentual da população rural no Brasil ao longo de cinco décadas. Fonte: Autora, com base em IBGE (2010, 2022)

Portanto, o êxodo rural no Brasil não afeta apenas a demografia e a economia das áreas rurais, mas também tem um impacto profundo no patrimônio cultural e no conhecimento tradicional das comunidades locais. Preservar e valorizar esse conhecimento é fundamental para garantir uma transição bem-sucedida para um futuro mais sustentável e resiliente para a agricultura brasileira.

2.1.2 Aspectos Educacionais do Campo

A educação no campo no Brasil enfrenta desafios históricos e estruturais significativos, que afetam o desenvolvimento de políticas educacionais eficazes. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de nº 9.394/1996 (Brasil, 1996), estabelece que a educação é um direito de todos, visando ao desenvolvimento pleno do indivíduo, sua preparação para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Especificamente no contexto rural, a LDB sublinha a necessidade de adaptar os conteúdos curriculares e os métodos de ensino às peculiaridades da vida no campo, conforme estipulado no Art. 28º.

Na oferta da educação básica para a população rural, os sistemas de ensino proverão as adaptações necessárias à sua adequação, às peculiaridades da vida rural e de cada região, no inciso: I - conteúdos curriculares e metodologia apropriada às reais necessidades e interesses dos alunos da

zona rural; II - organização escolar própria, incluindo a adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas; III - adequação à natureza do trabalho na zona rural (Brasil, 1996).

A trajetória da educação rural no Brasil revela tensões entre a necessidade de fornecer uma educação de qualidade e as políticas públicas que, muitas vezes, priorizam interesses econômicos e políticos em detrimento das reais necessidades da população rural. Historicamente, a educação no campo foi moldada para atender às demandas do mercado, muitas vezes negligenciando a formação integral dos trabalhadores rurais e suas comunidades (Gomes e Melo, 2021; Mainardes, 2020).

A base curricular nacional muitas vezes não leva em conta as especificidades das áreas rurais, resultando em um descompasso entre o conteúdo ensinado e as realidades vivenciadas pelos alunos. A educação rural deve contemplar a diversidade cultural e socioeconômica dessas regiões, integrando conhecimentos tradicionais e contextuais que sejam relevantes para a vida dos estudantes (Pivetta, 2019). A implementação de currículos regionais pode proporcionar uma série de benefícios educacionais. Ao incluir conteúdos regionais na base curricular, os alunos podem desenvolver um maior senso de identidade e pertencimento, o que pode aumentar sua motivação e engajamento com o aprendizado (Rodriguez, 2024). Além disso, essa abordagem permite que os estudantes valorizem suas raízes culturais, criando uma conexão mais forte com sua comunidade e promovendo um aprendizado mais significativo (Gul, 2020).

Nos últimos anos, iniciativas como o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA) têm buscado reverter essa tendência, promovendo uma educação que valorize os conhecimentos tradicionais e a identidade cultural do campo. O PRONERA, instituído pelo Decreto nº 7.352/2010, visa oferecer educação formal aos jovens e adultos beneficiários do Plano Nacional de Reforma Agrária, melhorar as condições de acesso à educação e promover o desenvolvimento dos assentamentos rurais (SEDUC, 2023; CAPES, 2022).

No entanto, a implementação dessas políticas enfrenta obstáculos significativos. Pesquisas indicam que muitos professores em áreas rurais têm pouco acesso à formação continuada e enfrentam dificuldades para aplicar as diretrizes nacionais da educação do campo. Além disso, as desigualdades sociais e educacionais persistem, refletindo-se na falta de infraestrutura adequada, como estradas, escolas e hospitais, e na escassez de recursos tecnológicos e acesso à internet (Schilling e Resende, 2021).

Apesar dos desafios, a educação do campo é crucial para o desenvolvimento sustentável e a valorização das comunidades rurais no Brasil. As políticas públicas devem continuar a evoluir, buscando não apenas atender às necessidades econômicas, mas também promover a inclusão social e a valorização da cultura e dos conhecimentos tradicionais. A LDB proporciona uma base legal sólida para essas iniciativas, mas é necessário um esforço contínuo para garantir sua implementação efetiva e justa. A promoção de um diálogo intercultural e a integração dos saberes tradicionais e científicos nas práticas educativas são passos fundamentais para alcançar uma educação

de qualidade para todos no campo (Gomes e Melo, 2021; Mainardes, 2020; SEDUC, 2023; CAPES, 2022; Pivetta, 2019; Rodriguez, 2024; Gul, 2020).

2.2 Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na agricultura

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) desempenham um papel fundamental ao proporcionar amplo acesso à informação para a maioria da população, resultando em mudanças profundas que abrangem diversos campos do conhecimento (Touri, 2024). A tecnologia da informação encontra aplicação em uma variedade de setores que compõem nosso cotidiano, e essa influência está se tornando cada vez mais presente nas áreas rurais (Massruhá e de Andrade Leite, 2017; Ronzhin et al., 2025).

A utilização de abordagens computacionais na agricultura representa um avanço significativo no setor, trazendo inovações que impulsionam a eficiência e a sustentabilidade. Tecnologias como a robótica, a análise de dados em larga escala (*big data*) e a Internet das Coisas (IoT) estão cada vez mais presentes no cenário agrícola (Massruhá e de Andrade Leite, 2017; Miller et al., 2025; Ahmed e Shakoor, 2025). O uso dessas tecnologias é diverso, como podemos observar a seguir:

Robótica: Com o desenvolvimento de equipamentos e máquinas autônomas, tarefas precisas, como o plantio, a colheita e a pulverização de cultivos, podem ser executadas. Além disso, esses dispositivos têm a capacidade de otimizar o uso de insumos, reduzir o desperdício e aumentar a eficiência das operações agrícolas. No plantio, os robôs podem operar com alta precisão, exemplificado pelo AGRENOBOT, um robô inteligente equipado com um sistema de monitoramento climático embutido, que funciona por aproximadamente 30 minutos e pode plantar sementes com 92% de precisão (Forhad et al., 2023). Outro exemplo é o robô proposto por Sawwalakhe et al. (2023), que visa mover-se autonomamente dentro de uma fazenda, realizando tarefas como fertilização e aplicação de pesticidas nas plantas conforme necessário, resultando em maior eficiência operacional e economia de tempo e recursos para os agricultores. A Tabela 2.1 resume outros exemplos da utilização da robótica na agricultura.

Tabela 2.1: Resumo de projetos que utilizam sensoriamento remoto e robótica na agricultura (Roldán et al., 2018). Traduzido pela autora.

Operação	Técnica
Capina	Método automático de visão computacional para detecção de ervas daninhas em culturas de cereais e pulverização diferencial para controle de ervas daninhas.

Operação	Técnica
Mapeamento de campo	Criação de mapas de terreno 3D combinando as informações captadas com uma câmera estéreo, um sensor de localização e uma unidade de medição inercial, todos instalados em uma plataforma de equipamento móvel.
Mapeamento e cobertura de campo	Um robô móvel não tripulado, semelhante a um carro, usa um algoritmo de Localização e Mapeamento Simultâneos (SLAM) para navegar no ambiente agrícola enquanto cria um mapa desse ambiente.
Multifuncional	Projeto e construção de uma plataforma terrestre móvel multifuncional para tarefas de Agricultura de Precisão (AP).
Planejamento do caminho de cobertura	Algoritmo Harmony Search (HS) para encontrar trajetórias de cobertura complexas com uma frota de robôs aéreos.
Controle de ervas daninhas e pragas	Uma frota heterogênea de robôs terrestres e aéreos é desenvolvida e equipada com sensores inovadores, efetores finais aprimorados e algoritmos de controle de decisão aprimorados para cobrir uma grande variedade de situações agrícolas.

Internet das Coisas (IoT): É uma rede que interliga dispositivos físicos através da internet, permitindo a comunicação e coordenação entre eles. Esses dispositivos são dotados de “inteligência” por meio de sensores, atuadores e software, capacitando-os para coletar e trocar dados (Raja et al., 2023; Rajamohan et al., 2023). Na agricultura, a implementação da IoT traz benefícios como o aprimoramento das decisões, a otimização de processos e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis. Um exemplo é sua aplicação na irrigação, onde a conexão de sensores de umidade do solo a um sistema IoT possibilita a gestão eficiente da irrigação, determinando a quantidade adequada de água para cada plantação (Babakhouya et al., 2023). Isso resulta em uso racional da água e aumento da produtividade, garantindo que cada cultura receba a quantidade ideal de água. Um exemplo de como isso pode ser feito é demonstrado na Figura 2.3, onde o sistema de irrigação é composto por 3 camadas, uma de aplicação, nuvem e de IoT.

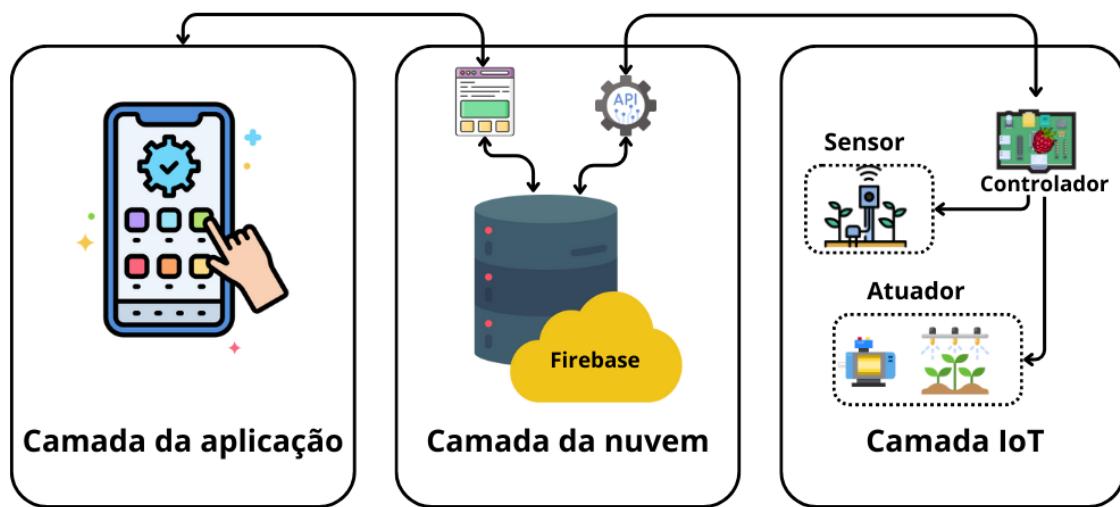


Figura 2.3: Arquitetura para sistema de irrigação. Fonte: (HAMDOON e ZENGİN, 2023). Traduzido pela autora. Imagens: flaticon.com.

Big Data: O uso de *big data* na agricultura visa aprimorar a tecnologia agrícola moderna (Lv e Lv, 2023). Sua aplicação abrange várias áreas, como o monitoramento de alimentos e processos agrícolas, a análise de padrões de safra e a previsão de preços de produtos (Purnama e Sejati, 2023; Cravero et al., 2022). A integração do aprendizado de máquina com o *big data* na agricultura permite a análise de grandes conjuntos de dados, compreendendo desde informações estruturadas até dados não estruturados. Plataformas de *big data* de código aberto, como Flume, Hive e HBase, são empregadas para a coleta e o armazenamento de dados, enquanto técnicas de aprendizado de máquina distribuídas no Hadoop e Spark são utilizadas para extrair conhecimento dessas fontes (Nguyen et al., 2022). Dessa forma, a coleta e a análise de dados em larga escala permitem aos agricultores tomar decisões mais informadas e precisas, otimizando o uso de recursos, antecipando problemas e maximizando a produtividade.

Essas tecnologias, quando integradas, oferecem um potencial notável para a agricultura do futuro: aumentam a eficiência, reduzem o impacto ambiental e viabilizam práticas mais sustentáveis. Contudo, mesmo com a crescente disseminação de soluções digitais no meio rural, os agricultores familiares ainda enfrentam barreiras de exclusão digital (Gazolla e Aquino, 2024) e limitações de infraestrutura de conectividade (Silva e Santos, 2024). De acordo com tabulações especiais do Censo Agropecuário 2017 analisadas por Gazolla e Aquino (2024), 71,8% dos estabelecimentos rurais no Brasil ainda não possuíam acesso à internet, evidenciando o desafio de conectar a maior parte do campo brasileiro.

Mesmo com essas barreiras, a mais recente geração de agricultores está adotando ativamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em suas rotinas diárias (Godoy et al., 2020). Esse processo pode ter impactos significativos nas

práticas agrícolas e pecuárias, como a melhoria da gestão e comercialização da produção (da Cruz et al., 2015). Os jovens agricultores familiares estão transitando entre os territórios rural e urbano por meio da utilização de dispositivos móveis que estabelecem uma conexão entre esses dois ambientes (Godoy et al., 2020). A nova geração de agricultores pode permanecer conectada e obter informações relevantes mesmo estando no campo. Essa fluidez entre os dois ambientes facilita o compartilhamento de conhecimentos e experiências, à medida que trazem novas perspectivas e habilidades tecnológicas para o mundo rural.

2.3 Serious Games

Os *Serious Games* (SGs), também conhecidos como jogos sérios, representam uma abordagem que ultrapassa a visão convencional de jogos voltados apenas para o entretenimento. Enquanto muitos jogos tradicionais buscam principalmente proporcionar diversão, os SGs têm um propósito mais amplo e direcionado à aprendizagem e ao desenvolvimento de habilidades. Ao contrário do entretenimento superficial, os jogos sérios buscam transmitir conhecimento específico e relevante relacionado à área em que estão inseridos. Isso pode incluir conteúdos para treinamento profissional, simulação de situações do mundo real, desenvolvimento de habilidades técnicas ou até mesmo a conscientização sobre questões sociais (Alvarez et al., 2011; Katsaliaki e Mustafee, 2015).

Os *Serious Games* adotam uma estrutura semelhante à dos jogos tradicionais, podendo incluir características familiares, como rankings, níveis, história e recompensas, entre outros (Goethe, 2019), como apresentado na Figura 2.4.

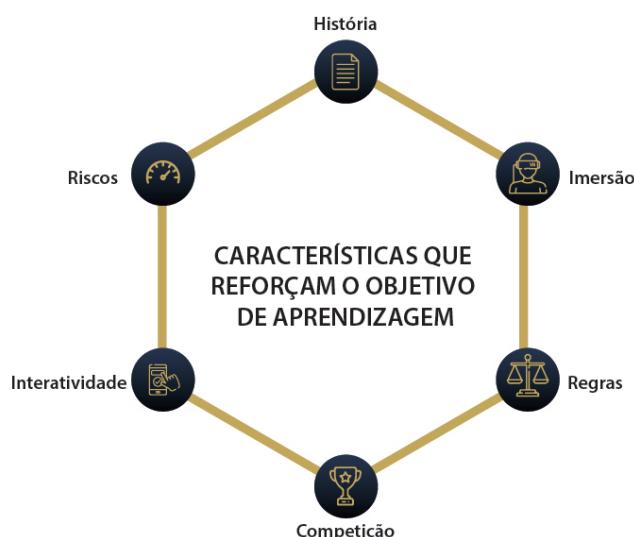


Figura 2.4: Características que reforçam o objetivo da aprendizagem. Fonte: (Goethe, 2019), p. 17. Traduzido pela autora.

No entanto, sua função principal é ampliar e enriquecer a aprendizagem formal, motivando os jogadores a enfrentar situações desafiadoras e realistas. A literatura apresenta diversas categorias de SGs, cada uma com seu propósito específico, conforme ilustrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Classificação de Serious Games. Fonte (de Sá Alves, 2013). Traduzido pela autora

Tipos de Serious Games	Descritivo
Advergames	Jogos que estão aliados à propaganda, contribuindo com estratégias de comunicação para divulgação de empresas, serviços e/ou produtos.
Edutainment	Jogos de entretenimento que também possuem viés educativo.
Game-based Learning	Jogos com propósitos didáticos, que têm por objetivo auxiliar os jogadores a reter o conhecimento apresentado.
Newsgames	Jogos de cunho jornalístico, apresentando conteúdos de acontecimentos recentes ou editoriais.
Training and Simulation Games	Jogos que simulam ambientes reais distintos, oferecendo aos jogadores a oportunidade de vivenciar atividades da vida real com maior fidelidade possível.
Persuasive Games	Jogos que proporcionam aos jogadores mudanças de atitude ou comportamento, convencendo-os através da jogabilidade.
Organizational-dynamic	Jogos arquitetados para promover formação de caráter e desenvolvimento pessoal.
Games for Health	Jogos para educação em saúde, reabilitação e terapias.
Art Games	Jogos que demonstram ideias no contexto artístico ou artes produzidas por meio de jogos digitais.
Militainment	Jogos para fins militares que reproduzem situações de alta precisão.

Os jogos sérios abrem-se para uma ampla gama de aplicações em diversas áreas do conhecimento (Gloria et al., 2014). Nesse contexto, ressalta-se a abordagem conhecida como Aprendizado Baseado em Jogos (*Game-Based Learning - GBL*), que está

alinhada com o projeto proposto. Um dos motores fundamentais que impulsiona a adoção de jogos como ferramenta educacional reside na capacidade desses jogos de fomentar motivação e concentração entre os jogadores (Pivec et al., 2003; Nadeem et al., 2023). Os componentes intrínsecos aos jogos, como já foram apresentados, possuem o poder de engajar os indivíduos de maneira significativa. Quando esses elementos são integrados ao contexto do ensino-aprendizagem, podem ser empregados como instrumentos altamente eficazes para professores e alunos, tanto dentro quanto fora da sala de aula.

2.4 O Uso de Jogos Digitais em Sala de Aula

Os jogos são considerados um meio de aprendizado, pois proporcionam uma abordagem única para o desenvolvimento de diversas habilidades e conhecimentos (Tsai e Tsai, 2020). Segundo Andrade et al. (2015), a utilização de materiais didáticos lúdicos, como os jogos, em disciplinas com conteúdos extensos e complexos, demonstra ser uma ferramenta interessante, pois esses conteúdos podem ser apresentados de maneira mais simples e dinâmica, possibilitando uma participação mais ativa dos alunos na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, eles promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

Paralelamente, os jogos digitais podem fomentar a colaboração e o trabalho em equipe, já que muitos deles exigem interação entre jogadores. Essa dinâmica contribui para o desenvolvimento de habilidades sociais como comunicação, empatia e cooperação, conforme indica a revisão sistemática de Aggrawal e Boowuo (2023), que sintetiza evidências sobre o aprimoramento do *teamwork* por meio de jogos. O estudo de Fonseca et al. (2023) também demonstra como estratégias de gamificação e GBL fortalecem competências colaborativas em contextos presenciais e virtuais, e a revisão de Amashi et al. (2023) reforça que jogos digitais mostraram potencial para estimular empatia em estudantes.

A seguir, são elencados alguns benefícios dos jogos digitais em sala de aula e como eles podem ser empregados:

- **Engajamento:** Os jogos digitais são naturalmente envolventes e cativantes para os alunos. Eles oferecem recompensas imediatas, feedback constante e a possibilidade de competir (Gui et al., 2023; Alotaibi, 2024; Zhang et al., 2025), o que mantém os estudantes motivados.
- **Desenvolvimento de habilidades:** Muitos jogos digitais são projetados para desenvolver habilidades essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas, memorização, criatividade e colaboração (McFarlane et al., 2002; Balasubramanian e Wilson, 2008). Por meio de desafios e cenários interativos, os alunos podem aprimorar essas habilidades de maneira prática e divertida.

- **Exploração de tópicos complexos:** Jogos educacionais podem simplificar conceitos complexos, tornando-os mais acessíveis aos alunos. Isso é especialmente útil em disciplinas como matemática, ciências e história, nas quais os jogos podem transformar tópicos desafiadores em experiências educacionais envolventes e compreensíveis (Andrade et al., 2015).
- **Simulação:** Os jogos digitais podem simular situações do cotidiano nas quais os alunos são desafiados a resolver problemas reais. Um exemplo notável é a abordagem adotada por Balasubramanian e Wilson (2008), que incorporou um jogo de construção de circuitos em sua sala de aula. Nesse contexto, os estudantes foram desafiados a criar um circuito elétrico funcional, acendendo uma lâmpada utilizando uma bateria. Essa estratégia de ensino por meio de um jogo evitou os riscos associados à manipulação de objetos reais, como o potencial de causar incêndios ou queimaduras.
- **Socialização:** Os jogos podem unir os estudantes em atividades competitivas e colaborativas, seja no ambiente virtual ou físico da escola. Eles desempenham o papel de facilitadores da socialização. Por meio de redes, físicas ou virtuais, os jogadores podem compartilhar informações, vivenciar experiências, enfrentar desafios e oferecer ajuda mútua, contribuindo, assim, para a criação de um contexto de aprendizagem colaborativa (Latorre-Coscalluel et al., 2025).

Entretanto, a aplicação dos jogos digitais em sala de aula também apresenta desafios, que podem incluir:

- **Acesso à tecnologia:** Nem todas as escolas possuem dispositivos tecnológicos suficientes para atender a todos os alunos (de Sousa Alves e da Silva, 2020). Além disso, a infraestrutura de TI, como conexões de internet rápidas e estáveis, é essencial para a utilização eficaz de jogos digitais, e muitas escolas podem não estar equipadas para isso.
- **Equilíbrio entre tempo de jogo e aprendizado:** Há o risco de que os alunos se distraiam ou se concentrem excessivamente no aspecto lúdico dos jogos, em vez de focarem nos objetivos de aprendizado. Isso exige supervisão cuidadosa por parte dos professores (de Sousa Alves e da Silva, 2020).
- **Jogos mal estruturados:** Muitos jogos educacionais carecem de uma base sólida em princípios pedagógicos, sendo desconsiderados pelos educadores devido à falta de valor agregado para o ensino. Por outro lado, jogos criados por educadores, com ênfase na dimensão acadêmica, muitas vezes deixam a desejar no quesito diversão e falham em capturar o interesse dos alunos (Paiva e Tori, 2017).
- **Tempo de planejamento do professor e relação com a hora-aula:** A integração dos jogos digitais requer um planejamento minucioso para alinhar as atividades lúdicas aos objetivos pedagógicos e ao tempo disponível em sala de aula. Esse processo demanda um investimento adicional de tempo dos professores, que precisam ajustar a duração e a sequência das aulas para incorporar os jogos

de forma eficaz, sem comprometer o conteúdo programático (Tondeur et al., 2017).

Além dos itens mencionados, Balasubramanian e Wilson (2008) também chamam a atenção para restrições de tempo na aplicação dos jogos, incompatibilidade entre o nível dos jogos e as habilidades e necessidades dos alunos, medo de que os alunos não participem e o receio dos professores em expor suas vulnerabilidades no uso de tecnologias.

Para sintetizar esses benefícios e desafios, a Tabela 2.3 apresenta, de um lado, as principais vantagens apontadas pela literatura, e de outro, os principais obstáculos encontrados para a implementação efetiva dos jogos digitais em sala de aula.

Tabela 2.3: Benefícios e Desafios dos Jogos Digitais em Sala de Aula

Benefícios	Desafios
Engajamento e motivação: Oferecem recompensas imediatas, feedback constante e potencial de competição, mantendo alunos interessados (Hsiao, 2007; Prensky, 2021; Gee, 2009).	Acesso à tecnologia: Nem todas as escolas contam com infraestrutura suficiente (dispositivos, conexão de internet estável) para uso eficaz de jogos digitais (de Sousa Alves e da Silva, 2020).
Desenvolvimento de habilidades: Favorecem pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade (McFarlane et al., 2002; Balasubramanian e Wilson, 2008). Também incentivam colaboração e trabalho em equipe.	Equilíbrio entre jogo e aprendizado: Há o risco de excesso de foco no aspecto lúdico, desviando a atenção dos objetivos pedagógicos. Exige supervisão ativa do professor (de Sousa Alves e da Silva, 2020).
Exploração de tópicos complexos: Podem simplificar conteúdos extensos e difíceis, tornando-os mais acessíveis em disciplinas como ciências e matemática (Andrade et al., 2015).	Jogos mal estruturados: Jogos sem base pedagógica podem não agregar valor ao ensino, enquanto jogos criados para fins didáticos podem ser pouco atrativos para os alunos (Paiva e Tori, 2017).
Simulação segura: Permitem recriar situações reais (ex.: circuitos elétricos) sem riscos de acidentes ou custos de materiais (Balasubramanian e Wilson, 2008).	Outros entraves: Falta de tempo para aplicação, incompatibilidade do nível do jogo com as habilidades dos alunos, insegurança do professor no uso de tecnologia (Balasubramanian e Wilson, 2008).

Por fim, é importante lembrar que os jogos não devem ser utilizados como substituto completo para os métodos de ensino, mas sim como uma ferramenta complementar que enriquece a experiência de aprendizado dos alunos. Com a abordagem certa, os jogos digitais podem ser uma ferramenta poderosa para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem no ambiente educacional.

2.5 Uma Visão Geral sobre a Pesquisa Colaborativa e Seus Benefícios para a Área Científica

A pesquisa colaborativa caracteriza-se pela união de esforços entre pesquisadores acadêmicos e profissionais atuantes em campo, tendo como principal objetivo conciliar conhecimentos teóricos e práticos em prol de uma produção científica relevante e conectada às demandas concretas (Desgagné, 2007; Damiani, 2007). Esse tipo de investigação advoga pela articulação sistemática de saberes, de modo a garantir que cada etapa do estudo seja enriquecida por diferentes perspectivas e experiências.

No âmbito das ciências humanas, especialmente nas áreas em que a formação de professores e a implementação de novas metodologias de ensino são centrais, a adoção de práticas colaborativas permite a troca permanente de conhecimentos e o ajuste contínuo das ferramentas investigativas às condições reais de aplicação (Borko, 2004). Por outro lado, em campos como a Ciência da Computação, esse diálogo promove o desenvolvimento de soluções mais robustas e adequadas às necessidades cotidianas, já que a expertise técnica dos pesquisadores é informada pelas contribuições de profissionais envolvidos diretamente na prática.

A incorporação sistemática de diversos atores no processo de pesquisa não apenas assegura maior relevância social, como também enriquece a própria construção teórica. Em virtude da pluralidade de experiências e habilidades envolvidas, as análises tornam-se mais robustas, pois os dados coletados são interpretados a partir de múltiplas leituras e questionamentos, potencializando a qualidade dos resultados. Dessa forma, a pesquisa colaborativa contribui para o avanço científico ao integrar conhecimentos práticos e teóricos em uma mesma esfera de discussão, fortalecendo a legitimidade e aplicabilidade dos achados (Penuel et al., 2007).

Outro aspecto relevante da pesquisa colaborativa diz respeito à possibilidade de criação de redes de cooperação, ampliando o acesso a recursos, bases de dados e ambientes de teste. Essa interconexão entre diferentes instituições e grupos de pesquisa enriquece o debate acadêmico, favorecendo a troca de metodologias e impulsionando a formação de novas teorias, sempre ancoradas em problemas reais. Além disso, a própria dinâmica colaborativa estimula a formação continuada dos participantes, que podem se beneficiar do intercâmbio de expertises (Penuel et al., 2007; Borko, 2004).

Estudos indicam que equipes interdisciplinares possuem papel crescente na geração de conhecimento, evidenciando que a integração de múltiplos saberes acarreta pesquisas mais consistentes (Wuchty et al., 2007). A colaboração efetiva também se revela crucial na Engenharia e em áreas tecnológicas, onde a diversidade de expertises pode acelerar a resolução de problemas complexos (Borrego e Newswander, 2008). Tais constatações reforçam a noção de que o trabalho coletivo fortalece tanto a dimensão prática quanto a teórica, contribuindo para avanços científicos cada vez mais significativos.

2.6 Trabalhos Relacionados

Para trabalhos correlatos, foram encontrados alguns jogos educacionais e de simulação agrícola que possuem foco na experiência de gestão de propriedades rurais. Dentre eles destacam-se *Top Crop: Farming For The Future* (National Geographic Society, 2020), *Farmers 2050* (Nutrien Ltd., 2017), *Journey 2050* (Nutrien Ltd., 2016), *SEGAE: A Serious Game to Learn Agroecology* (Grimault et al., 2019), *Agricultural Simulator* (RTR production, 2013) e *Farming Simulator* (GIANTS Software, 2021).

1. *Top Crop: Farming For The Future* (National Geographic Society, 2020)

Permite ao jogador assumir o papel de agricultor-cientista, que deve decidir como criar uma fazenda de forma mais sustentável e produzir colheitas abundantes, ao mesmo tempo em que alivia o impacto ambiental. O *Serious Game* (SG) *Top Crop* traz abordagens sobre problemas como ervas daninhas, pragas de insetos, seca e nutrição adequada do solo em três culturas distintas: milho, soja e trigo. O jogo pode ser acessado em: <https://www.nationalgeographic.org/game/top-crop/>.

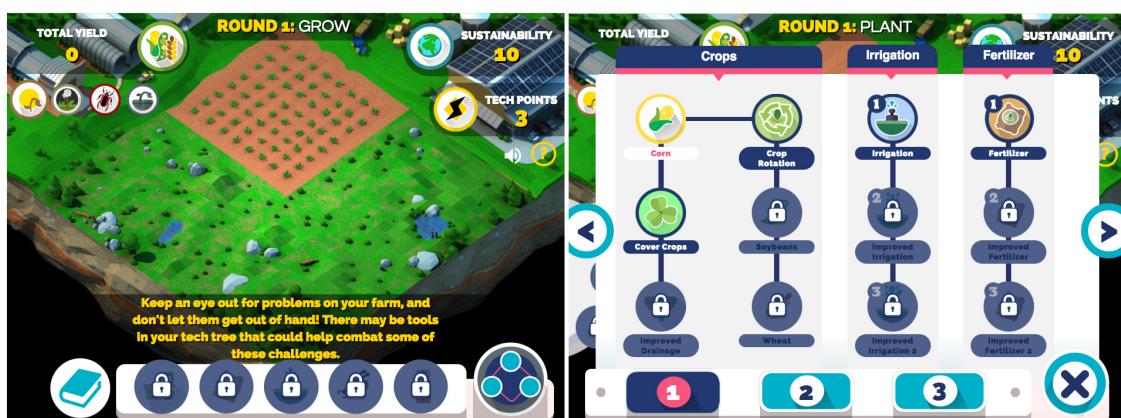
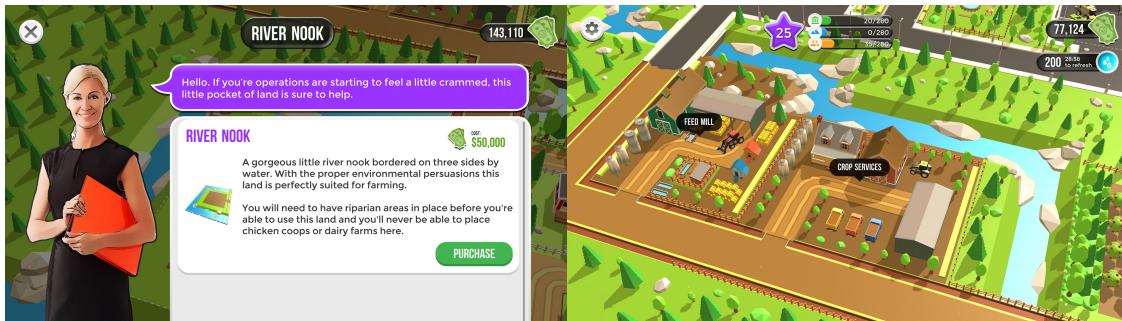


Figura 2.5: Jogo *Top Crop: Farming For The Future*

2. *Farmers 2050* (Nutrien Ltd., 2017)

Oferece uma experiência diferenciada: além do cultivo, é possível adquirir conhecimento sobre sustentabilidade, realizar a compra e venda de produtos, criar animais e participar de colheitas em outros países. O jogo inclui eventos que trazem desafios da vida real. Link: <http://www.farmers2050.com/>.

Figura 2.6: Jogo *Farmers 2050*

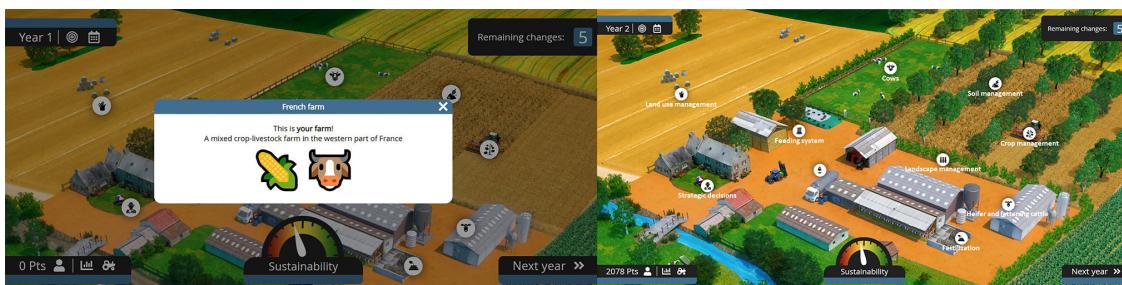
3. *Journey 2050* (Nutrien Ltd., 2016)

Voltado para o ensino de crianças, retrata a realidade de fazendas no Quênia, Índia e Canadá, permitindo explorar uma agricultura sustentável com base em fatores sociais, econômicos e ambientais. O jogo pode ser acessado em: <https://www.journey2050.com/>.

Figura 2.7: Jogo *Journey 2050*

4. *SEGAE: a serious game to learn agroecology* (Grimault et al., 2019)

Voltado para estudantes do ensino superior, oferece conhecimentos sobre agroecologia, colocando o jogador em situações cujo impacto recai sobre a gestão da fazenda. Além disso, contribui para o ensino científico de várias práticas agrícolas. Link: <http://sdvia.free.fr/segae/>.

Figura 2.8: Jogo *SEGAE: a serious game to learn agroecology*

5. *Agricultural Simulator* (RTR production, 2013)

Foca no gerenciamento de uma fazenda com equipamentos CLAAS, abrangendo produção de cereais, criação de animais e comercialização de produtos. Link: <https://store.steampowered.com/app/236790/>.



Figura 2.9: Simulador *Agricultural Simulator*

6. *Farming Simulator* (GIANTS Software, 2021)

Recebe atualizações frequentes; a versão mais recente (2021) inclui mapas variados, mais de 400 máquinas, vários cultivos e criação de animais. Link: <https://store.steampowered.com/app/1248130/>.



Figura 2.10: Simulador *Farming Simulator 22*

Embora esses jogos possam ser úteis em sala de aula, eles não contemplam o contexto regional necessário a uma escola do campo nem integram plenamente os conhecimentos tradicionais das comunidades locais.

Capítulo 3

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se quanto à natureza como aplicada, pois objetiva desenvolver um artefato tecnológico (jogo) denominado *EcoRoça*, com o objetivo de ser utilizado em sala de aula, especialmente nas disciplinas de Ciências e Biologia. Essa classificação como pesquisa aplicada está fundamentada na literatura metodológica, uma vez que busca resolver um problema prático e contextualizado (Gil, 2019; Lakanatos e Marconi, 2017).

Quanto ao objetivo, esta pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. É exploratória porque investiga novas possibilidades no campo dos jogos educativos, especificamente os *Serious Games (SGs)*, buscando compreender como essa ferramenta pode contribuir para integrar saberes tradicionais e científicos. É também descritiva porque detalha minuciosamente os processos envolvidos na criação, desenvolvimento e avaliação do jogo, desde a definição das mecânicas até a análise do impacto sobre os participantes do estudo, conforme sugerido por Gil (2019) e Prodanov e Freitas (2013).

A abordagem adotada é predominantemente qualitativa, utilizando técnicas como aplicação de questionário elaborado via Google Forms, aplicado durante uma reunião online realizada por meio da plataforma Google Meet. Adicionalmente, foram coletados dados qualitativos utilizando um diário de campo para registro sistemático de observações e percepções ao longo das atividades realizadas. Essas técnicas foram escolhidas com o objetivo de compreender de forma ampla e aprofundada as percepções dos participantes sobre o jogo, possibilitando uma análise detalhada das experiências e resultados obtidos, em consonância com as recomendações metodológicas apresentadas por Creswell (2021).

Destaca-se ainda que este trabalho é resultante de um esforço colaborativo entre a universidade e a escola que, de acordo com Desgagné (2007), visa à cocriação de um objeto de conhecimento construído por pesquisadores e docentes.

Para tanto, o estudo contou com a participação de uma professora do Colégio Estadual do Campo Professor José Waldomiro Santos da Conceição, a qual contribuiu

com a análise da adequação do jogo à realidade local; com dois estudantes de iniciação científica, sendo um responsável pela codificação do jogo e outro por sua validação; além da própria autora deste trabalho, que atuou como pesquisadora e analista em todo o processo de desenvolvimento do jogo. Também participaram dois professores da universidade que, na condição de orientadores, ofereceram suporte na análise e no aprimoramento do jogo. O objetivo comum entre todos foi criar uma ferramenta lúdica que venha incentivar o diálogo intercultural, considerando, em especial, os saberes tradicionais agrícolas.

Ressalta-se também que esta pesquisa integra um estudo mais amplo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Involvendo Seres Humanos da UEFS, sob o número 5.349.929/2022, e recebeu financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo número 422642/2021-5, do Edital número 18/2021: Faixa A - Grupos Emergentes.

Por fim, o desenvolvimento do *EcoRoça* foi organizado em sete etapas: (1) exploração de jogos digitais sobre agricultura; (2) pesquisa para a construção da narrativa; (3) modelagem do fluxo do jogo; (4) extração de conteúdo etnobiológico; (5) pesquisa agronômica complementar; (6) definição das tecnologias de implementação; e (7) validação. Essas etapas estruturaram o percurso metodológico deste estudo e são apresentadas na Figura 3.1.

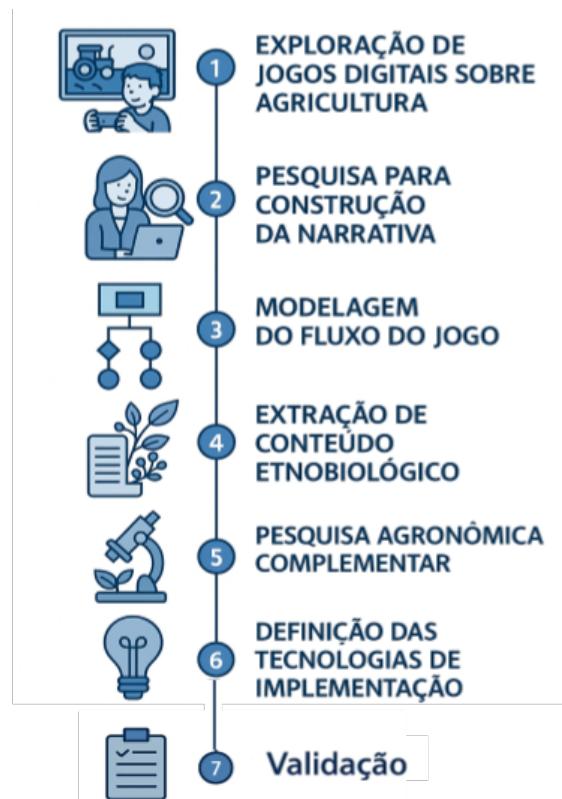


Figura 3.1: Etapas metodologia. Fonte: Autora

Etapa 1: Exploração de Jogos Digitais sobre Agricultura

A etapa inicial correspondeu ao mapeamento de jogos digitais voltados à agricultura, visando identificar modelos que auxiliassem a concepção das mecânicas do *EcoRoça*. Priorizaram-se títulos cujas dinâmicas dialogassem com objetivos pedagógicos em Ciências e Biologia e que apresentassem potencial de uso em sala de aula. Nesse panorama, o jogo Top Crop – Farming for the Future, da National Geographic Education (Dodd e Education, 2018), destacou-se por adotar rodadas sucessivas nas quais o jogador deve manejá-la lavoura enquanto enfrenta variações climáticas e surtos de pragas, além de dispor de uma loja interna para aquisição de insumos.

A lógica de turnos e o sistema de mercado serviram como ponto de partida para o design do *EcoRoça*; contudo, ajustes foram necessários para adequá-lo ao contexto da pesquisa. Primeiramente, as dez rodadas sazonais do jogo original foram substituídas por 52 rodadas semanais, representando um ano completo e espelhando a frequência real com que produtores revisam práticas de irrigação, capina e monitoramento de pragas (Hueso et al., 2020). Em segundo lugar, o conteúdo foi contextualizado para as culturas predominantes e pragas relatadas em Coração de Maria, garantindo relevância local. Por fim, incluiu-se a possibilidade de derrota antes do término das 52 semanas, de modo a reforçar a atenção contínua do jogador às suas decisões e seus impactos no cultivo.

Etapa 2: Pesquisa para a Construção da Narrativa

A construção da narrativa do jogo *EcoRoça* foi guiada por uma intencionalidade pedagógica e sociocultural, com o objetivo de representar de forma sensível a realidade de jovens estudantes do campo, especialmente de Retiro, distrito de Coração de Maria, Bahia. O enredo foi elaborado a partir da caracterização sociocultural apresentada por Robles-Piñeros et al. (2021) em sua pesquisa de doutorado, na qual descreve aspectos fundamentais da relação entre os agricultores da região e os saberes tradicionais ligados ao cultivo da terra.

De acordo com o estudo de Robles-Piñeros et al. (2021), observa-se em Retiro um cenário em que muitos jovens deixam a zona rural em busca de oportunidades em centros urbanos. Esse afastamento, embora por vezes necessário do ponto de vista econômico, resulta na perda gradual do vínculo com os modos de vida rurais e com os conhecimentos tradicionais acumulados ao longo de gerações. Esse fenômeno foi também confirmado por meio de uma reunião realizada via Google Meet com um agricultor da região, que relatou vivências semelhantes. Segundo ele, é comum que os jovens, ao retornarem ao campo, encontrem dificuldades para contribuir com as atividades agrícolas, justamente por não dominarem mais os saberes que antes eram transmitidos no convívio diário com a terra e os mais velhos.

A partir desses elementos, foi criada a história do personagem Elias e seus avós Raimundo e dona Nita, que além de retratar a realidade local, tem a motivação

de estabelecer um vínculo emocional com o jogador, e promover engajamento com o conteúdo. Como afirmam Larsen e Schoenan-Fog (2016), uma narrativa bem construída pode fornecer motivação adicional para que os jogadores permaneçam envolvidos com a proposta do jogo, enriquecendo sua experiência e favorecendo a construção de sentidos em torno dos objetivos pedagógicos.

Nesse sentido, a narrativa do *EcoRoça* não apenas contextualiza o jogo em uma realidade próxima dos estudantes do campo, como também propõe uma abordagem crítica sobre os processos de deslocamento, retorno e revalorização dos saberes rurais.

Etapa 3: Modelagem de Fluxo do Jogo

Na terceira etapa, o fluxo funcional do *EcoRoça* foi especificado por meio de diagramas UML, com ênfase em dois artefatos: diagramas de caso de uso e diagramas de atividades. O diagrama de caso de uso foi empregado para mapear, em nível de requisitos, as interações essenciais entre o ator Jogador e o Sistema (por exemplo, “Capinar” ou “Comprar Plantas”), fornecendo uma visão de alto nível das funcionalidades sob o ponto de vista do usuário; tal representação facilita a comunicação entre desenvolvedores e especialistas de domínio, conforme recomendam Larman (2012).

Já o diagrama de atividades foi escolhido para detalhar a sequência interna de ações em cada rodada semanal como o fluxo de decisão, verificação de pragas, atualização de indicadores, assim permitindo modelar lógica condicional e paralelismo, características valorizadas em jogos baseados em eventos (Garcia e Clua, 2015). A literatura de engenharia de software aplicada a jogos evidencia que UML, ao oferecer notação padronizada e independente de plataforma, melhora a rastreabilidade entre requisitos pedagógicos e implementação, além de reduzir ambiguidades durante o desenvolvimento (Malliarakis e Satratzemi, 2018). Dessa forma, a dupla utilização de diagramas de caso de uso e de atividades garantiu tanto a clareza dos requisitos funcionais quanto a precisão do comportamento dinâmico do jogo.

Etapa 4: Extração de Conteúdo Etnobiológico

Na quarta etapa, foram sistematizadas informações dos trabalhos de Baptista (2007, 2016), especialmente *Entre o Campo e a Escola Existem Saberes que Descolonizam e Dialogam*, para incorporar elementos locais ao jogo. O exame qualitativo desses estudos permitiu isolar quatro conjuntos de dados:

- **Culturas agrícolas predominantes** – Baptista (2016) listava o milho, feijão, mandioca e o abacaxi como as espécies de maior expressão econômica e cultural em Coração de Maria; essas culturas, exceto o feijão, tornaram-se os pilares de produção no *EcoRoça*.
- **Práticas de cultivo** – Os relatos dos estudantes mencionaram técnicas de preparo do solo, plantio e adubagem. Tais procedimentos foram convertidos em

ações de jogo (por exemplo, “Afofar o solo” ou “A capina”).

- **Principais pragas por cultura** – A dissertação descrevia lagarta, formiga, pulgão e cochonilha. Duas das pragas, formiga e lagarta, foram inseridas no jogo, exigindo do jogador decisões sobre como combatê-las.
- **Vocabulário local** – Termos recorrentes como “afofar”, “capinar” e “maniva e bonequinha” foram preservados para nomear ações e instruções do jogo, reforçando a autenticidade linguística e valorizando o léxico dos alunos.

A transposição desses dados assegurou que a ambientação do *EcoRoça* replicasse práticas e desafios reais do município, fortalecendo o caráter intercultural da proposta.

Etapa 5: Pesquisa Agronômica Complementar

Para além dos dados etnobiológicos extraídos dos trabalhos de Baptista (2016, 2007), realizou-se uma busca direcionada nas publicações da Embrapa com o objetivo de enriquecer o *EcoRoça* com práticas atualizadas de manejo de pragas. Essa investigação concentrou-se em técnicas de controle biológico, pois elas reforçam a dimensão sustentável já presente na mecânica do jogo. Entre as fontes consultadas, destacaram-se: (i) a nota técnica que reporta a eficácia de um novo bioproduto contra a lagarta-do-cartucho no milho (Embrapa, 2023) e (ii) o boletim sobre o uso de iscas biológicas para o controle de formigas-cortadeiras em plantações de frutíferas e mandioca (do NASCIMENTO et al., 2018).

As recomendações desses documentos foram convertidas em itens disponíveis na loja virtual do jogo. Dessa maneira, o jogo passou a oferecer um repertório de insumos coerente com práticas agronômicas reais, incentivando os alunos a ponderar vantagens e limitações de cada método de controle e fornecendo ao professor material concreto para discussão em sala de aula.

Etapa 6: Definição das tecnologias de implementação

Para materializar o *EcoRoça* adotou-se a Godot Engine, motor totalmente *open source* licenciado sob MIT, isento de taxas ou royalties e instalável sem restrições em laboratórios escolares. Estudos comparativos de arquiteturas de motores de jogos indicaram que a abertura de código da Godot permite inspeção, correção e extensão do núcleo, vantagem inexistente em engines proprietárias como Unity ou Unreal e que garante autonomia a projetos acadêmicos de longo prazo (Ullmann et al., 2022).

A inexistência de custos de licença também facilitou sua adoção em instituições de ensino com orçamentos limitados. Testes de desempenho demonstraram que a Godot processa altos volumes de interação por segundo em cenários de *reinforcement learning*, graças ao pipeline enxuto em C++ (Beeching et al., 2021). Avaliações

empíricas adicionais confirmaram a fluidez satisfatória da engine ao publicar jogos educativos em dispositivos Android de especificações modestas (Kusheryanto et al., 2024), condição condizente com a heterogeneidade de hardware encontrada no meio rural. O crescimento de 312 % no número de projetos Godot entre 2019 e 2023, observado em plataformas como itch.io e Steam, foi atribuído à forte comunidade colaborativa e à rapidez de prototipagem, reforçando a viabilidade de manutenção futura do *EcoRoça* (Holfeld, 2023).

Além da escolha da engine, definiram-se três diretrizes técnicas: (i) formato móvel, (ii) funcionamento totalmente off-line e (iii) distribuição exclusiva para Android. A opção mobile foi justificada pela disseminação de smartphones no Brasil e pela evidência de que jogos educacionais nesse suporte potencializam a aprendizagem; em estudo randomizado com 2.980 crianças, jogos móveis elevaram o desempenho em matérias como matemática até 2,8 vezes em relação ao grupo-controle, mesmo sem mediação docente direta (Amorim, 2023).

A execução off-line respondeu às limitações de conectividade ainda comuns em áreas rurais: relatórios do Banco Mundial mostram que escolas nessas regiões dispõem de velocidades de internet significativamente inferiores às urbanas, o que inviabiliza aplicativos dependentes de rede (Bank, 2024). Por fim, optou-se pelo sistema Android em virtude de sua ampla utilização com aproximadamente 90,8 % da base brasileira de smartphones entre junho de 2024 e junho de 2025 e pela disponibilidade de um ecossistema de desenvolvimento gratuito e bem documentado (Stats, 2025). Essas decisões integradas garantiram tanto a viabilidade técnica quanto à sustentabilidade operacional do *EcoRoça*.

Etapa 7: Validação

A etapa final da metodologia consistiu na validação preliminar do jogo sério *EcoRoça*, com o objetivo de avaliar sua adequação pedagógica, contexto, estrutura e usabilidade do jogo. Para isso, foi conduzido um estudo qualitativo com a participação de especialistas vinculados ao Grupo de Investigações em Etnobiologia e Ensino de Ciências (GIEEC/UEFS), cuja trajetória é reconhecida na área de educação contextualizada. A amostra foi composta por oito avaliadores, incluindo professores da rede pública da Bahia atuantes em escolas rurais e pesquisadores e/ou pós-graduandos vinculados aos Programas de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC/UFBA e UEFS). Essa composição intencionalmente heterogênea permitiu abranger múltiplas perspectivas pedagógicas, científicas e práticas, favorecendo uma análise crítica e abrangente sobre o jogo. As contribuições desse processo de validação foram consolidadas no trabalho apresentado por Cordeiro et al. (2024).

A coleta de dados foi conduzida integralmente on-line: aplicou-se um formulário estruturado no Google Forms durante uma reunião via Google Meet. Optou-se por essa modalidade por três razões principais. Primeiro, questionários digitais apresentam alta usabilidade, baixo custo logístico e consolidação automática das respostas,

fatores cuja eficácia em pesquisas educacionais foi comprovada em meta-análise de 36 estudos (Martins et al., 2023). Segundo, a videoconferência ofereceu a possibilidade de esclarecer dúvidas em tempo real e reunir avaliadores geograficamente dispersos, contornando limitações de deslocamento, uma vantagem já destacada em investigações qualitativas mediadas por Zoom e tecnologias afins (Archibald et al., 2019). Terceiro, o ambiente on-line manteve a coerência com a proposta tecnológica do próprio jogo, que será disponibilizado em plataforma digital.

O instrumento de validação foi elaborado especificamente para este estudo, com base em referenciais da educação em Ciências, da etnobiologia, da educação do campo e da avaliação de jogos educativos (Savi et al., 2010; Silva, 2020; Baptista, 2016, 2007). O formulário, construído por meio da plataforma Google Forms, foi dividido em sete seções, cada uma com foco em um aspecto do jogo, a saber: (1) consentimento ético, (2) dados pessoais, (3) estrutura e organização do jogo, (4) adequação ao público-alvo, (5) contextualização, (6) uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), e (7) campo aberto para justificativas e sugestões.

A seguir, apresenta-se a justificativa para cada seção e dimensão do instrumento, demonstrando o alinhamento com os objetivos da pesquisa e a relevância pedagógica de cada item:

1. **Apresentação e consentimento** - Essa primeira seção foi construída com base em princípios éticos exigidos em pesquisas envolvendo seres humanos, conforme as diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (2016). Ela serviu para informar os participantes sobre os objetivos da pesquisa, garantir o anonimato, solicitar o consentimento e reforçar a importância do contato prévio com o jogo antes do preenchimento do formulário.
2. **Dados pessoais** – As questões sobre gênero, idade e grau acadêmico foram incluídas para possibilitar uma análise demográfica dos perfis dos participantes e verificar se a diversidade dos avaliadores correspondia ao público envolvido com práticas educacionais e contextos de ensino no campo. Embora não fossem o foco central da pesquisa, esses dados ajudaram a caracterizar o grupo e a contextualizar possíveis variações nas percepções individuais.
3. **Estrutura e organização do jogo** – As dimensões avaliadas nesta seção — qualidade visual, coerência do tutorial, sequência lógica e criatividade — foram inspiradas em critérios de design instrucional aplicados à avaliação de jogos educativos (Savi et al., 2010). Esses elementos são essenciais para garantir a usabilidade, a clareza das instruções e o engajamento do jogador, além de refletirem diretamente na motivação e no aprendizado.
4. **Adequação ao público-alvo** – A pergunta sobre a adequação ao público do Ensino Médio busca verificar se o jogo é acessível, relevante e compatível com o perfil dos estudantes para os quais foi planejado. Essa dimensão é fundamental, uma vez que jogos educacionais devem ser apropriados tanto em linguagem quanto em complexidade para os usuários finais.

5. **Contextualização** – Esta seção é central na validação do jogo, por tratar da relação entre o conteúdo do jogo e a realidade dos estudantes do campo. A presença de uma narrativa inspirada em experiências vividas no meio rural (como o retorno de Elias à roça) visa favorecer a identificação e a significação da aprendizagem. As questões sobre conexão entre saberes locais e científicos e a promoção do diálogo intercultural refletem diretamente os objetivos centrais da pesquisa, fundamentados nos estudos de Baptista (2016, 2007) e nas diretrizes da educação do campo (Brasil, 1996). .
6. **TDICs no ensino** – A inclusão desta seção visa compreender se o jogo ecoRoça contribui para o uso pedagógico de tecnologias digitais no ensino de Ciências e Biologia, conforme defendido pelas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por autores como Kenski (2012). A avaliação da presença e do potencial pedagógico das TDICs no jogo permite analisar sua relevância no contexto escolar contemporâneo.
7. **Discussão aberta** – A última seção foi elaborada com o intuito de coletar contribuições qualitativas livres por parte dos participantes. O espaço permitiu justificar as pontuações atribuídas, propor objetivos de ensino a serem abordados por meio do jogo e sugerir ajustes para futuras versões. Essa abordagem está alinhada à metodologia qualitativa, centrada na escuta ativa e no diálogo com os participantes da pesquisa.

As questões avaliativas foram organizadas em uma escala de três pontos (1 = insuficiente, 2 = suficiente, 3 = mais que suficiente), com o objetivo de simplificar a análise e promover avaliações objetivas e direcionadas. Essa estratégia metodológica está em consonância com estudos de validação de jogos educacionais que recomendam o uso de escalas curtas e claras durante as fases preliminares de avaliação (von Wangenheim et al., 2009).

As respostas coletadas foram tratadas metodologicamente por meio da Análise de Conteúdo de Bardin (2011), que permite identificar, agrupar e interpretar categorias emergentes a partir de unidades de significado presentes nas respostas textuais.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

O diálogo intercultural é um processo de comunicação e compartilhamento de ideias entre pessoas de diferentes culturas, origens étnicas, crenças religiosas e sistemas de valores. Ele envolve a compreensão, respeito e apreciação das diferenças culturais, bem como a busca por pontos de conexão e entendimento mútuo (Ong, 2021). Sob essa perspectiva, o *EcoRoça* foi concebido não apenas como um artefato tecnológico, mas como um mediador capaz de aproximar saberes tradicionais e científicos em contexto escolar.

Para expor os resultados desta pesquisa, o capítulo estrutura-se em cinco eixos, correspondentes às seções 4.1 a 4.6: 4.1 Narrativa desenvolvida pra o EcoRoça – descreve a narrativa construída para o jogo; 4.2 Processos Técnicos na Construção do Jogo – descreve o processo utilizando o Godot Engine e a estrutura de implementação, arquitetura de cenas e scripts; 4.3 Modelagem Estrutural em UML – apresenta e discute os diagramas de caso de uso e de atividades que orientaram o fluxo de desenvolvimento; 4.4 Caracterização do Jogo e Mecânicas – detalha a interface, as regras e os elementos de jogo incorporados a partir das etapas anteriores; 4.5 Validação – analisa os dados coletados junto a professores e pesquisadores; 4.6 Proposição de Uso Pedagógico – relaciona o *EcoRoça* às competências e habilidades da BNCC, indicando estratégias de aplicação em sala de aula.

4.1 Narrativa desenvolvida para o *EcoRoça*

No *EcoRoça*, a história serve de eixo central, articulando as mecânicas a um enredo próximo ao cotidiano dos estudantes do campo. O ponto de partida foi a caracterização sociocultural de Robles-Piñeros et al. (2021) para o distrito de Retiro, em Coração de Maria (BA), que destaca o êxodo de jovens em busca de oportunidades urbanas e a dificuldade de retomar as práticas agrícolas tradicionais ao retornar. Esse diagnóstico foi reforçado em uma videochamada com um agricultor da própria comunidade (2024), na qual ele relatou que muitos jovens saem para trabalhar na

cidade e, ao voltarem, já não dominam técnicas básicas de plantio. A partir dessas perspectivas, criou-se a seguinte história:

“Elias, neto de seu Raimundo e dona Nita, decidiu há muito tempo que o trabalho no campo não era para ele. Após concluir os estudos, foi para a cidade vizinha em busca de uma profissão melhor, apesar de amar os avós. Com o passar do tempo, seu Raimundo adoeceu e dona Nita já não conseguia cuidar da roça sozinha. Sabendo da situação, Elias resolve voltar por algumas semanas para ajudar nas plantações, mesmo sem entender muito sobre o campo.”

A partir desse ponto, o jogador assume o papel de Elias, transformando cada decisão de plantio, manejo ou colheita em parte essencial da recuperação da roça dos avós e do resgate dos saberes agrícolas da família.

4.2 Processos Técnicos na Construção do Jogo

O processo de desenvolvimento do *EcoRoça* envolveu o uso da engine Godot que foi escolhida por ser uma plataforma de código aberto e gratuita, destaca-se no desenvolvimento de jogos por sua flexibilidade e acessibilidade, permitindo a criação de jogos 2D e 3D com uma arquitetura baseada em nós. O *EcoRoça* foi construído no Godot como jogo 2D utilizando uma combinação de cenas, nós e scripts para criar as interações necessárias para o jogo.

4.2.1 Estrutura de Cenas e Nós:

- **Cenas e Instâncias:** O jogo principal é gerido a partir de uma cena raiz chamada *main*. Dentro dessa cena principal, há múltiplas instâncias de outras cenas, como as cenas de terrenos e plantas. A Figura 4.1, mostra a cena principal com as 6 instâncias da cena terreno.

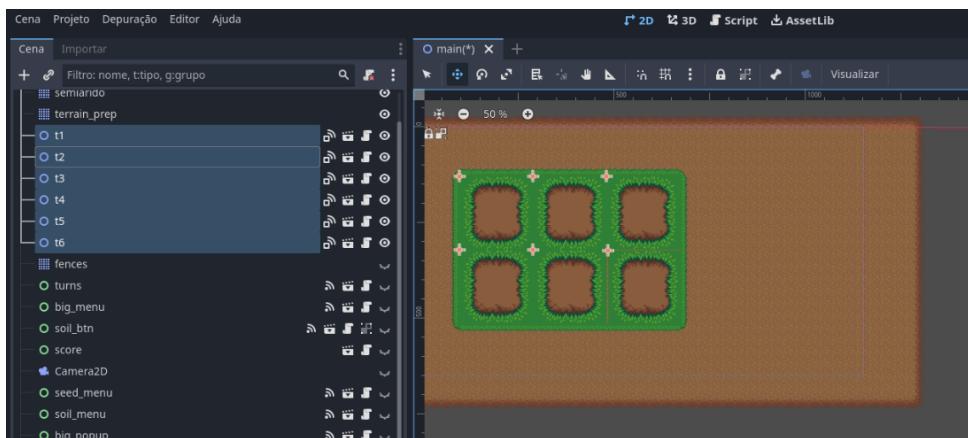


Figura 4.1: Cena principal. Fonte: Autora

- **Terrenos (T1 a T6):** Cada um dos seis terrenos do jogo é uma instância da cena terreno. Esses terrenos são representados por nós específicos que contêm subnós para gerenciar as plantas, o solo e outras interações. A Figura 4.2, mostra a cena terreno com a organização das plantas e das pragas.

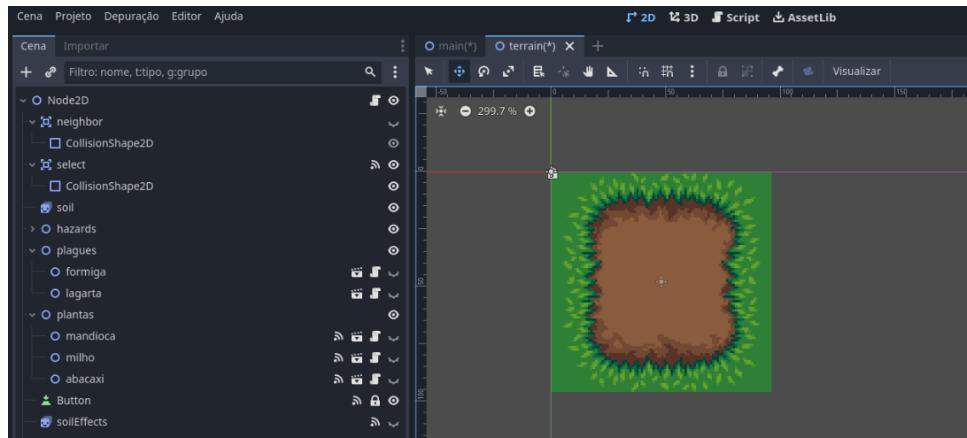


Figura 4.2: Instância da cena terreno. Fonte: Autora

- **Plantas:** Cada planta, como mandioca, milho e abacaxi, é uma cena individual instanciada dentro da cena terreno. A cada rodada, as plantas podem crescer, ser colhidas ou serem afetadas por pragas e clima. As cenas de plantas incluem nós que controlam a aparência da planta (sprites) e a lógica de crescimento. A Figura 4.3 representa a cena da planta mandioca, com os sprites que mudam conforme a planta cresce.

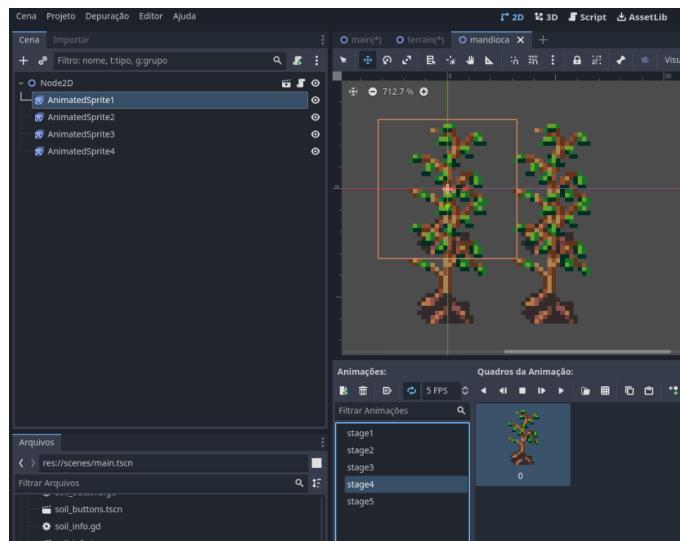


Figura 4.3: Cena da planta mandioca. Fonte: Autora

4.2.2 Interface e Interações:

- **Interface do Usuário:** A interface é gerida por vários nós dedicados, incluindo botões de ação, menus de opções e displays de pontuação. Por exemplo, quando o jogador interage com um terreno, aparecem botões específicos para preparar o solo, plantar ou colher, e essas interações são gerenciadas pelos nós de interface. A interface também inclui um menu principal onde o jogador pode acessar lojas para comprar itens e sementes, bem como visualizar o tutorial no início do jogo. A Figura 4.4 representa os nós da interface, que possui os elementos dos itens, das ações dos turnos e do solo.



Figura 4.4: Nós da interface. Fonte: Autora

- **Sinais e Comunicação:** O Godot usa sinais para facilitar a comunicação entre diferentes nós. Por exemplo, no *EcoRoça* quando o jogador clica em um terreno, um sinal é enviado para o nó raiz da cena principal, que então exibe os botões de ação apropriados. Outro exemplo é quando uma planta é colhida; um sinal é enviado para atualizar a pontuação do jogador e remover a planta do terreno.

4.2.3 Scripts e Lógica do Jogo:

- **Scripts em GDScript:** A lógica do jogo é implementada através de scripts em GDScript. Cada nó importante, como terrenos e plantas, tem scripts associados que definem suas funções e interações. Por exemplo, o script do terreno pode incluir funções para tratar das pragas. Como na Figura 4.5 que demonstra uma parte do código para lidar com o controle biológico das pragas.

```

255
256     ↵ func control_ant():
257         ↵     #print("CONTROLE BIOLOGICO ATIVADO")
258     ↵     ↵     if hazards.get("plague"):
259     ↵     ↵     ↵     if hazards.get("plague") == "formiga" and not plague_controls:
260         ↵     ↵     ↵     plague_controls = true
261         ↵     ↵     ↵     plague_delay = 2
262         ↵     ↵     ↵     label.text = "Semanas\nRestantes: " + str(plague_delay)
263         ↵     ↵     ↵     label.visible = true
264
265     ↵ func control_caterpillar():
266     ↵     ↵     if hazards.get("plague"):
267     ↵     ↵     ↵     if hazards.get("plague") == "lagarta" and not plague_controls:
268         ↵     ↵     ↵     plague_controls = true
269         ↵     ↵     ↵     plague_delay = 2
270         ↵     ↵     ↵     label.text = "Semanas\nRestantes: " + str(plague_delay)
271         ↵     ↵     ↵     label.visible = true
272

```

Figura 4.5: Script para lidar com o controle biológico das pragas formiga e lagarta.
Fonte: Autora

- **Gerenciamento de Rodadas e Turnos:** O jogo é gerido em rodadas semanais, e cada rodada é composta de quatro ações ou turnos. A lógica que controla a sequência de ações (jogador, clima, ambiente, jogador) é implementada na cena principal. Cada ação do jogador, como regar ou plantar, aciona automaticamente os turnos subsequentes do clima e ambiente.

4.2.4 Visual e Finalização do Jogo:

- **Elementos Visuais:** Os elementos visuais, como a mudança de estado das plantas ou o efeito de clima, são controlados por animações nos nós de sprites. Essas animações são disparadas pelos scripts conforme o estado do jogo muda. O cenário também inclui elementos decorativos, como a grama, que são geridos por nós para melhorar a estética do jogo.
- **Finalização:** O jogo termina quando todas as rodadas são concluídas ou quando o jogador fica sem sementes e pontos. Quando o jogo termina, um nó específico apaga as estatísticas do jogador e exibe a tela de finalização.

4.3 Modelagem do Jogo em UML

Para assegurar a rastreabilidade entre requisitos pedagógicos e a implementação no Godot, o fluxo lógico do *EcoRoça* foi documentado em diagramas UML. A adoção dessa notação padronizada atendeu a três objetivos centrais:

1. **Comunicação interdisciplinar:** Os diagramas serviram como língua franca entre pesquisadora, programador e orientadores, minimizando ambiguidade nas decisões de design;
2. **Detecção precoce de inconsistências:** A representação visual dos estados e transições permitiu validar a lógica antes da codificação, reduzindo retrabalho;

3. Manutenibilidade: Os diagramas oferecem um retrato sintético das interações e fluxos, facilitando futuras extensões e a entrada de novos colaboradores.

A seguir os diagramas que foram criados, representados nas Figuras 4.6 a 4.11.

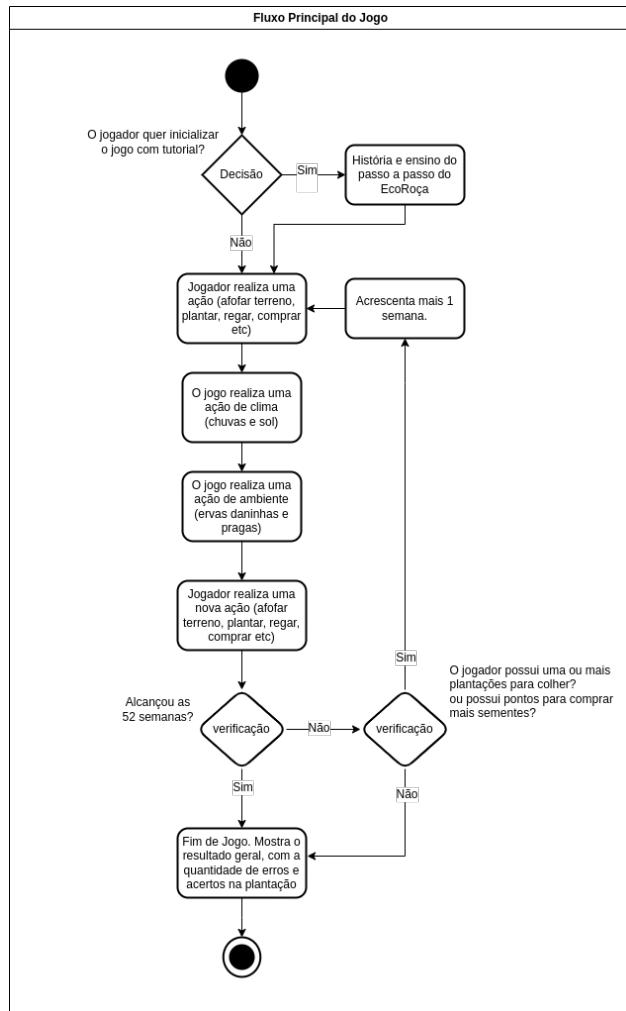


Figura 4.6: Fluxo principal do jogo EcoRoça. Fonte: Autora

O diagrama de atividades da Figura 4.6 descreve o fluxo principal do ecoRoça. Ao iniciar a partida, o jogador escolhe se deseja ou não seguir o tutorial; caso aceite, é conduzido passo a passo até o início efetivo do jogo, caso recuse, a partida começa imediatamente. Em cada rodada o jogador executa uma ação, por exemplo, “afiar”, “plantar” ou “comprar” insumos e, em seguida, o sistema dispara eventos aleatórios de clima e ambiente. Após essa sequência de quatro etapas (ação do jogador → eventos climáticos → eventos ambientais → nova jogada), o jogo verifica se já transcorreram 52 rodadas. Se não, checa ainda se o jogador possui plantas em campo ou recursos para continuar cultivando; na ausência de ambos, ou quando o limite de 52 rodadas é atingido, a partida é encerrada. Caso contrário, o ciclo reinicia até que uma das condições de término seja satisfeita.

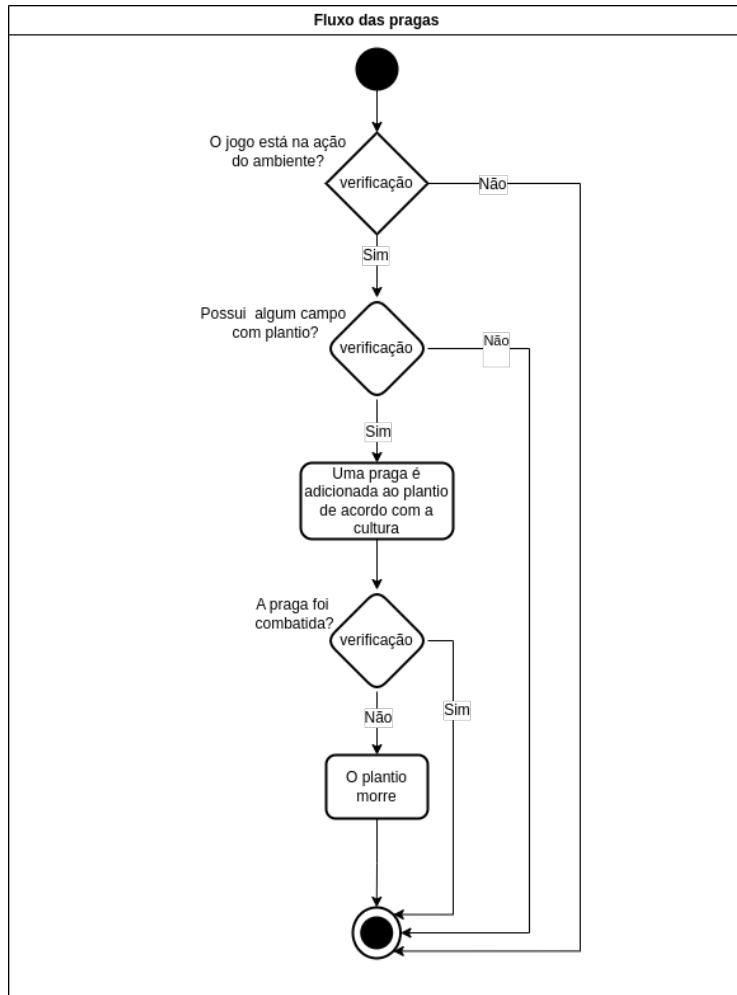


Figura 4.7: Fluxo para as pragas. Fonte: Autora

O diagrama apresentado na Figura 4.7 descreve o subfluxo de infestações de pragas no jogo. O processo tem início sempre que o jogo executa a etapa de “Ações do Ambiente”. Nesse ponto, um primeiro nó de decisão verifica se existe pelo menos um campo com plantio; caso todas as áreas estejam vazias, o fluxo encerra-se de imediato. Quando há plantios em andamento, o sistema seleciona aleatoriamente uma cultura dentre os campos com plantio disponíveis e insere uma praga específica para aquela espécie.

Após a introdução da praga, o diagrama conduz o fluxo a uma segunda verificação: o jogo avalia se o jogador aplicou alguma medida de combate nas rodadas subsequentes. Se nenhuma intervenção tiver sido realizada ou se a escolha de insumo ainda não tiver atingido sua eficácia (no caso do controle biológico), a praga consome a cultura, e o fluxo é finalizado. Se, por outro lado, o jogador aplicar o controle biológico ou o agrotóxico em tempo hábil, a praga é erradicada, a plantação mantém-se produtiva e o fluxo também se encerra.

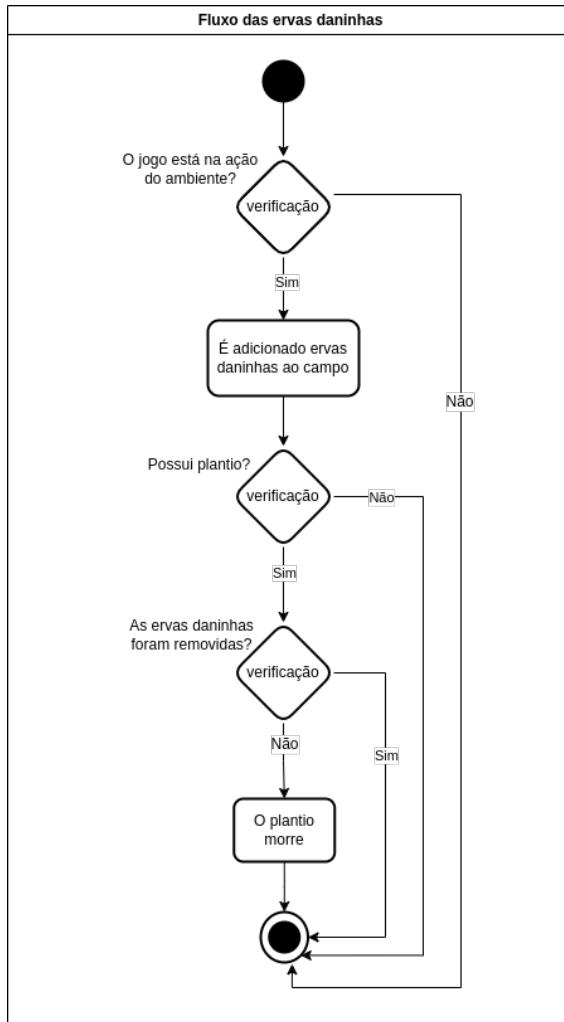


Figura 4.8: Fluxo para as ervas daninhas. Fonte: Autora

O fluxo de ervas daninhas, ilustrado na Figura 4.8, foi modelado para contemplar infestações tanto em campos com cultivos quanto em terrenos ainda vazios. Acionado durante a fase de “Ações do Ambiente”, assim como o fluxo de pragas apresentado na Figura 4.7, o sistema escolhe aleatoriamente uma área do campo e introduz ervas daninhas, independentemente de haver ou não plantio em andamento.

Se as ervas daninhas forem adicionadas em um terreno com cultivo, o jogo verifica se o jogador realizou a capina necessária; caso contrário, a cultura é perdida e o fluxo é encerrado. Quando as ervas daninhas surgem em um terreno sem plantio, não há penalidade imediata: o fluxo também se encerra e o jogo prossegue para as etapas seguintes da rodada.

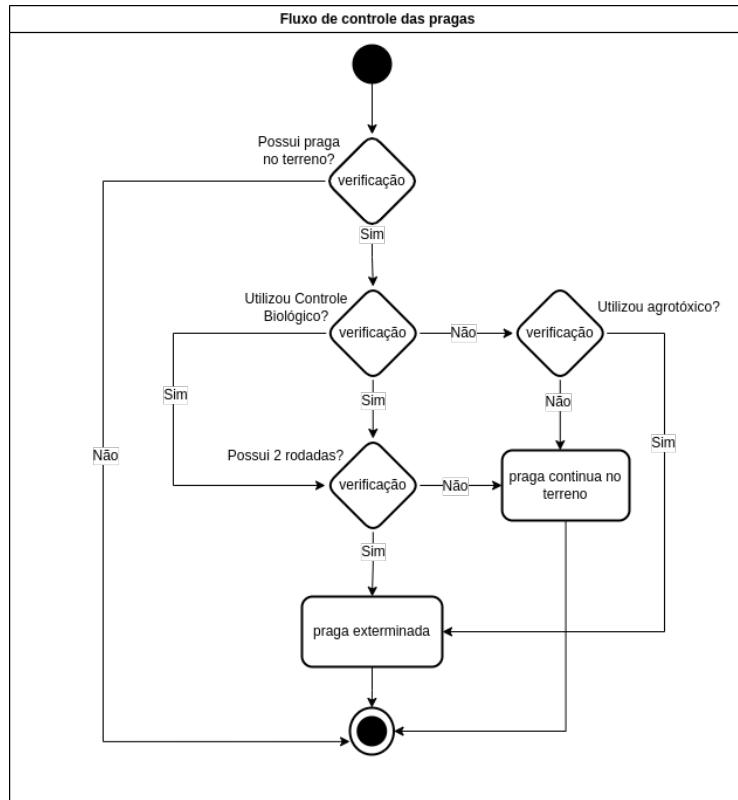


Figura 4.9: Fluxo para combater as pragas. Fonte: Autora

O diagrama da Figura 4.9 apresenta o fluxo de combate às pragas. Inicialmente, o sistema verifica se há alguma infestação ativa; caso não exista, o processo é encerrado. Havendo pragas, o jogo avalia qual estratégia de controle foi adotada pelo jogador.

- **Controle biológico** – Se essa opção tiver sido selecionada, o sistema checa se já transcorreram duas rodadas desde a aplicação. Enquanto esse prazo não se completar, a praga permanece no terreno; após a segunda rodada, ela é eliminada e o fluxo é concluído.
- **Agrotóxico** – Se o agrotóxico não tiver sido utilizado, a praga continua ativa e o fluxo também se encerra. Caso o jogador aplique o produto, a eliminação é imediata, resultando no término do processo.

Dessa forma, o diagrama evidencia a diferença de latência entre as duas abordagens de manejo, reforçando o dilema pedagógico proposto pelo jogo.

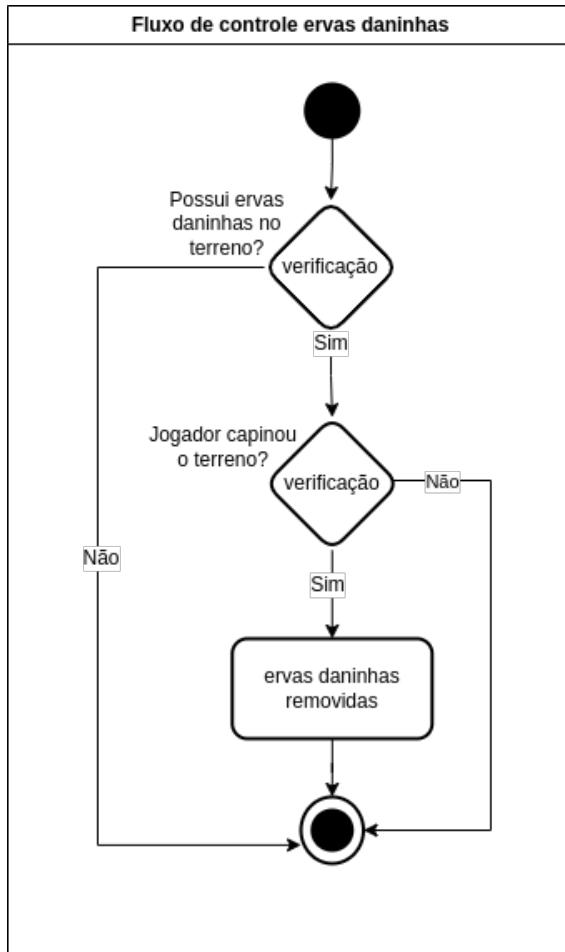


Figura 4.10: Fluxo para remover as ervas daninhas. Fonte: Autora

O último diagrama de atividades desta seção, apresentado na Figura 4.10 descreve o procedimento de remoção de ervas daninhas. O fluxo inicia-se com a verificação da presença de ervas daninhas nos terrenos; se nenhuma infestação for detectada, o processo é encerrado. Caso haja ervas daninhas, o sistema verifica se o jogador executou a capina correspondente. Se o terreno tiver sido capinado, as plantas invasoras são removidas e o fluxo é concluído; se não, a infestação permanece e o diagrama também termina, sinalizando ao jogador a necessidade de ação na rodada seguinte.

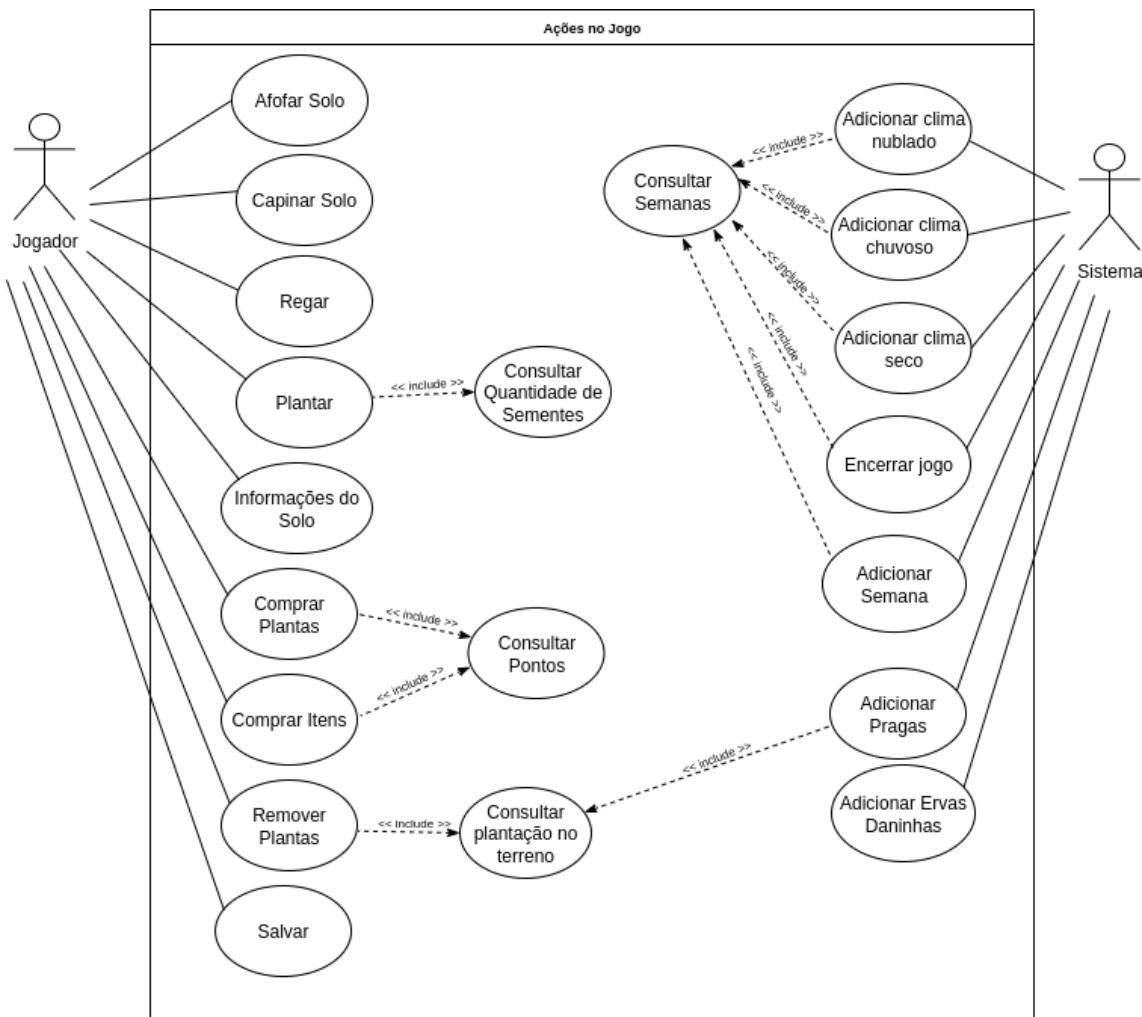


Figura 4.11: Caso de Uso das ações no jogo. Fonte: Autora

Para caracterizar de forma clara as interações entre usuário e sistema, a Figura 4.11 apresenta um diagrama de caso de uso. Nele, o ator *Jogador* dispõe das seguintes ações: "Afofar Solo", "Capinar Solo", "Regar", "Plantar" (que inclui a verificação da quantidade de sementes disponíveis), "Informações do Solo", "Comprar Plantas" e "Comprar Itens" (ambas precedidas pela consulta de pontos para efetuar a compra), "Remover Plantas" (que depende da verificação prévia de cultivo no terreno) e, por fim, "Salvar".

O ator *Sistema* executa ações automáticas que simulam condições ambientais e controlam o ciclo de jogo: "Adicionar clima nublado", "Adicionar clima chuvoso", "Adicionar clima seco", "Adicionar semana" (todas precedidas pela checagem do número de semanas decorridas) e "Encerrar jogo". Além disso, o *Sistema* pode "Adicionar pragas", condicionado à verificação da existência de plantio no terreno e "Adicionar ervas daninhas". Esse diagrama oferece, portanto, uma visão integral do comportamento do jogo, distinguindo claramente o que cabe ao jogador decidir e o que o sistema processa de forma automática.

Em síntese, os diagramas atuaram como bússola de todo o projeto. Os fluxos de atividades especificaram, em detalhes, as regras de cada evento do jogo, ao passo que o caso de uso estabeleceu as fronteiras entre as ações do usuário e os processos automatizados do sistema. Esse conjunto de representações eliminou ambiguidades e alinhou as expectativas da equipe.

4.4 Caracterização do Jogo e Mecânicas

Com a primeira fase do desenvolvimento concluída, o jogo *EcoRoça* se apresenta da seguinte forma em sua versão **V1**. Em sua tela inicial, encontram-se as opções **Novo Jogo** que permite iniciar a partida, **Tutorial** e a opção de **Sair**, como demonstrado na Figura 4.12.

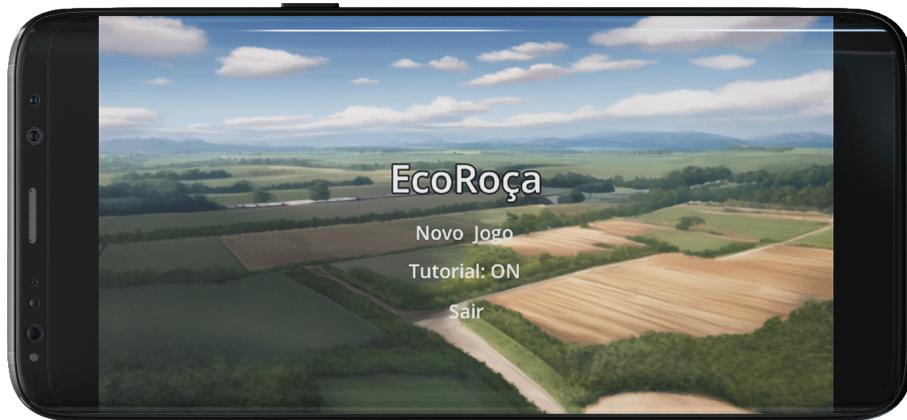


Figura 4.12: Tela inicial do jogo. Fonte: Autora

Na opção **Tutorial**, o jogador recebe instruções passo a passo logo no início da partida, aprendendo as principais mecânicas do jogo como plantar, regar, colher, dentre outras. Esse acompanhamento inicial facilita a familiarização com as tarefas que se repetem ao longo das rodadas. A Figura 4.13 ilustra um desses momentos: primeiro, o jogo explica a ação necessária e, em seguida, habilita o comando para que o jogador a execute.

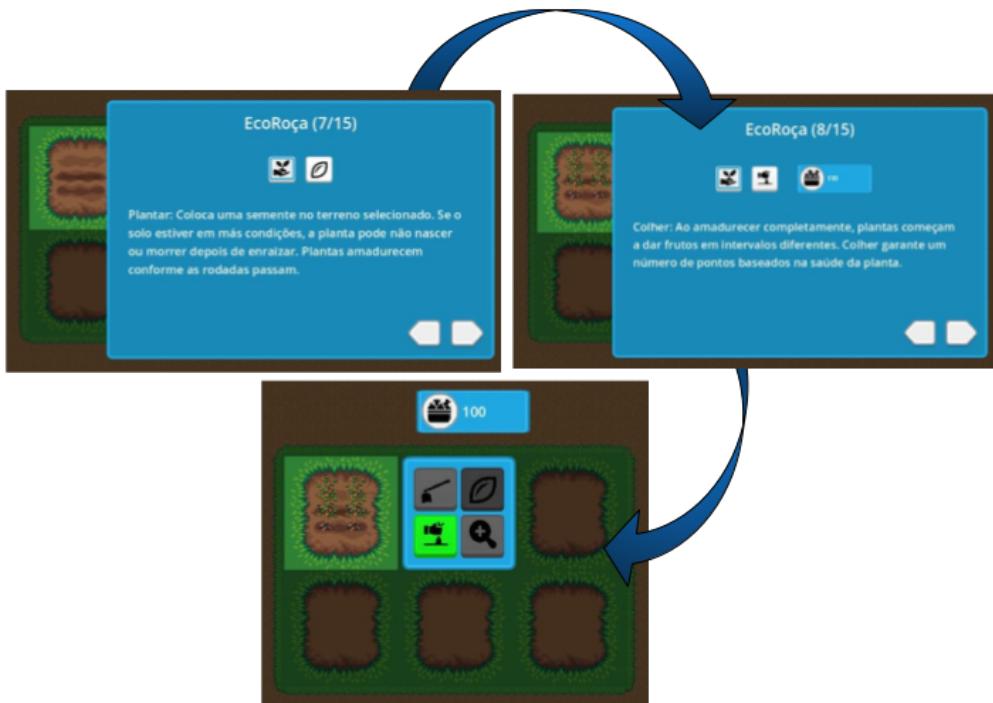


Figura 4.13: Tutorial. Fonte: Autora

Após a tela inicial, o jogador encontra seis terrenos para o plantio, cada um operando de forma independente, conforme ilustrado na Figura 4.14. Assim, é possível plantar, regar e colher em cada campo individualmente, além de monitorar separadamente a saúde do solo de cada terreno.

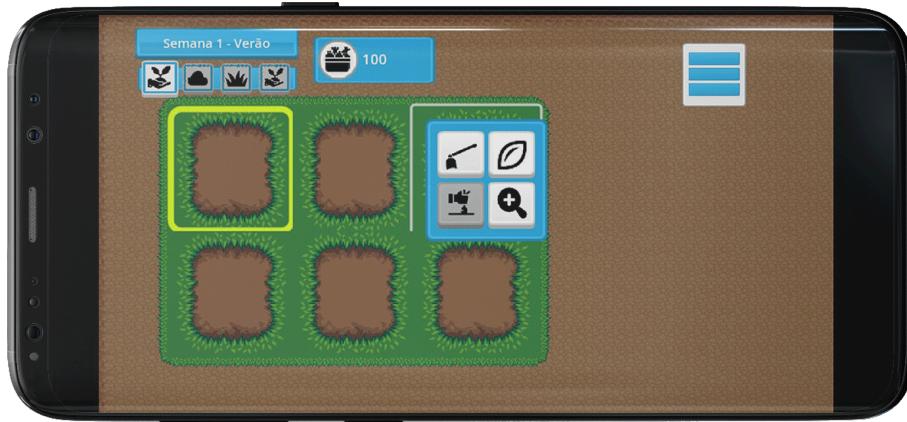


Figura 4.14: Tela principal com a área do jogo. Fonte: Autora

A Figura 4.15 exibe, no canto superior da interface, a semana corrente e a estação do ano. Logo abaixo, quatro ícones indicam a ordem dos turnos que formam uma

rodada completa do *EcoRoça*: (i) ação do jogador, (ii) evento climático, (iii) evento do ambiente e (iv) nova ação do jogador. O jogo totaliza 52 rodadas uma para cada semana do ano, e cada uma segue exatamente essa sequência de quatro ações.

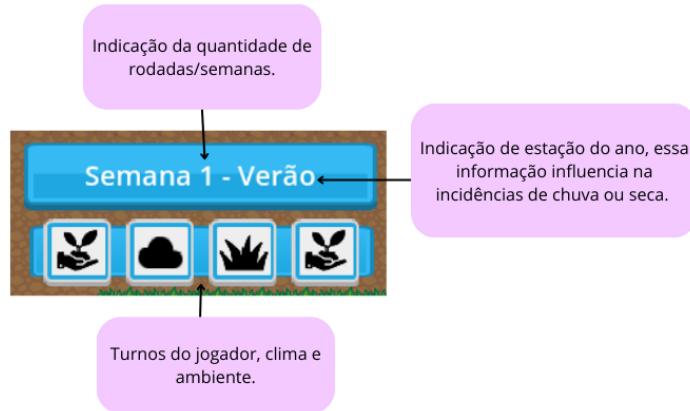


Figura 4.15: Descrição dos ícones em tela e demonstrativo do local da contagem das rodadas. Fonte: Autora

O jogo é sustentado por um sistema aleatório, no qual as ações e eventos variam de semana para semana. A atuação do jogador se desdobra por meio de duas rodadas de ações diretas, enquanto as duas restantes envolvem ações que provocam efeitos imprevisíveis relacionados ao clima e ao ambiente. A cada turno, os jogadores têm a capacidade de tomar decisões que influenciam o desempenho e a saúde da colheita, sendo essas decisões baseadas em estratégia e previsão.

Durante os turnos, o jogador pode realizar diversas ações que tornam o manejo dos campos de plantio mais estratégico. Entre elas, destacam-se **Preparar o Solo**, etapa anterior ao plantio na qual o terreno é preparado para receber a semente; **Plantar**, que consiste em adicionar a semente ao terreno escolhido; **Colher**, permitindo recolher os frutos já amadurecidos; e **Informações do Solo**, ação fundamental para acompanhar a saúde de cada campo. Cada uma dessas ações será detalhada a seguir.

Preparar o Solo: engloba um conjunto de práticas básicas que asseguram o desenvolvimento saudável das sementes e otimizam o rendimento da colheita. Dentre essas práticas destacam-se:

- **Afifar Solo** (Figura 4.16) favorece a aeração e facilita a inserção das raízes;

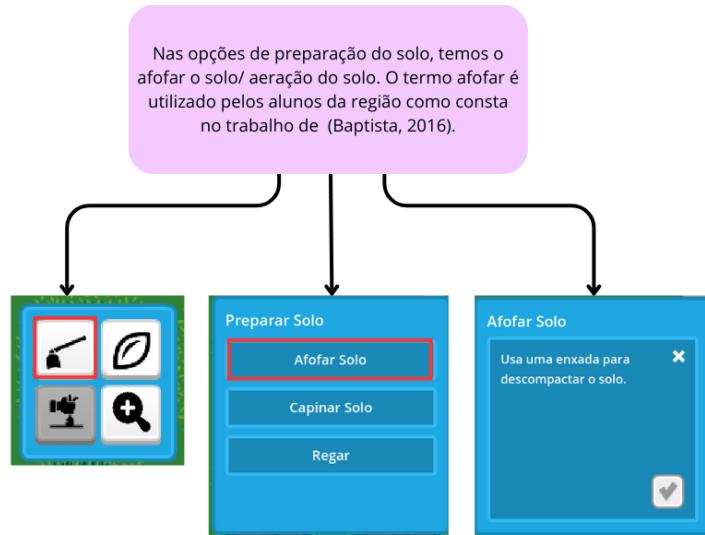


Figura 4.16: Preparação do solo: opção aofar. Fonte: Autora

- **Capinar Solo** (Figura 4.17) responsável por remover ervas daninhas ou plantas em declínio que competem por nutrientes.

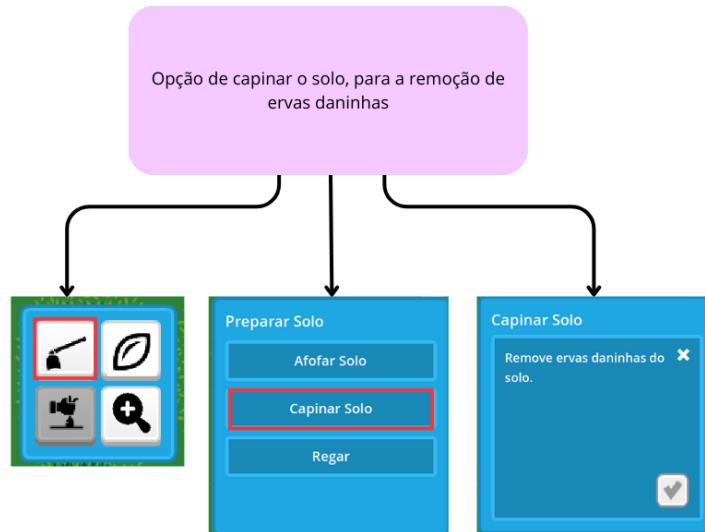


Figura 4.17: Preparação do solo: opção capinar. Fonte: Autora

- **Regar** (Figura 4.18) garante a umidade adequada para germinação;

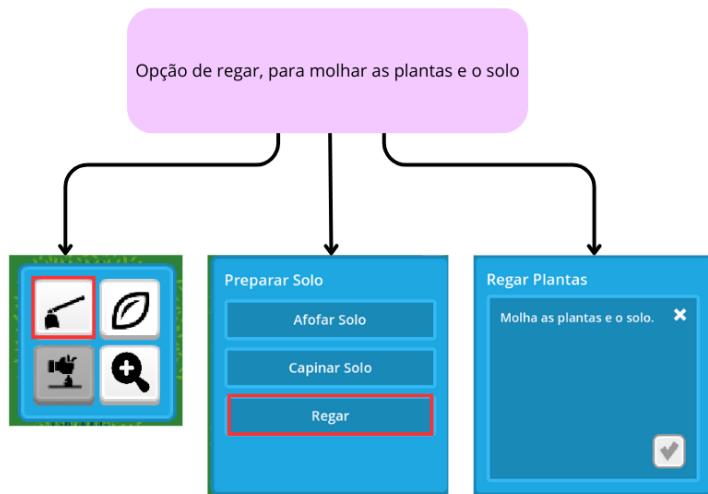


Figura 4.18: Preparação do solo: opção regar. Fonte: Autora

Ao executar essas tarefas antes ou durante o plantio, o jogador cria condições ideais para o crescimento das mudas e, consequentemente, para uma maior produtividade ao longo da partida.

Plantio: Na opção ilustrada na Figura 4.19, o jogador acessa seu acervo de sementes para utilizá-las no terreno selecionado. No início da partida, estão disponíveis as sementes de mandioca e de milho, com a possibilidade de adquirir outras variedades posteriormente na loja.

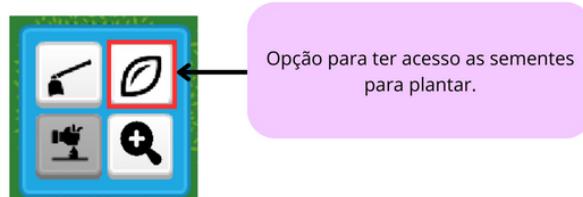


Figura 4.19: Opção para ter acesso as sementes disponíveis. Fonte: Autora

É possível acompanhar nas Figuras 4.20 e 4.21 a quantidade de sementes ou plantas disponíveis para o plantio, bem como identificar quais já foram utilizadas (destacadas em laranja) e precisam ser adquiridas novamente na lojinha. Além disso, para cada planta escolhida, o jogador tem acesso a informações de cunho científico, como filo, família e espécie, além de um breve descritivo sobre como as pessoas da região costumam cuidar e plantar aquela cultura.



Figura 4.20: Tela que mostra todas as sementes e suas quantidades para o plantio.
Fonte: Autora



Figura 4.21: Com a semente escolhida é possível visualizar informações sobre aquela cultura, modo de plantio e pragas. Fonte: Autora

Colheita: Quando uma cultura atinge o ponto de maturação, torna-se disponível a opção **Colher**, ilustrada na Figura 4.22. Os frutos passam a ser produzidos em intervalos que variam conforme a espécie cultivada. Cada colheita gera pontos para o jogador (Figura 4.23); esses pontos podem ser trocados por itens na loja, permitindo aprimorar a gestão do campo. O montante obtido depende diretamente do estado de saúde da plantação, o que reforça a importância de manter as culturas bem cuidadas para maximizar o rendimento.

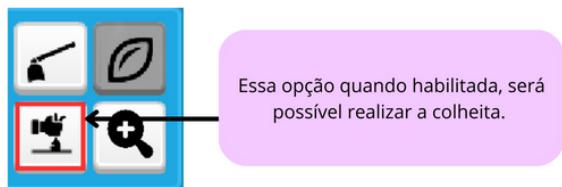


Figura 4.22: Opção para colher. Fonte: Autora

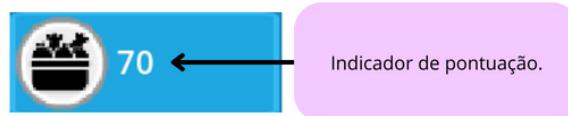


Figura 4.23: Indicação de pontuações. Fonte: Autora

Análise do Solo: Essa opção oferece informações detalhadas sobre o solo selecionado, exibindo a saúde da cultura plantada, o pH do solo, o nível de umidade e a presença de pragas específicas naquele terreno. Esses dados permitem ao jogador tomar decisões mais assertivas, como a escolha de insumos para correção do solo ou a aplicação de medidas de controle de pragas, de modo a maximizar a produtividade e garantir a sustentabilidade do plantio. É possível visualizar na Figura 4.24 como acessar essa informação durante o jogo.



Figura 4.24: Acesso a informações do solo. Fonte: Autora

Aquisições: No menu para aquisições (Figura 4.25), o jogador tem acesso a uma loja que oferece itens fundamentais para otimizar o manejo do solo e maximizar a produção. Entre esses itens, destacam-se os **Sistemas de Irrigação**, que garantem um nível

adequado de umidade na terra, reduzindo a necessidade de regar individualmente cada terreno. Dessa forma, o jogador pode se concentrar em outras atividades, tornando o cultivo mais eficiente. Já os **Fertilizantes Orgânicos** elevam a fertilidade do solo ao fornecer nutrientes de maneira equilibrada e sustentável, resultando em plantas mais saudáveis, com maior resistência a pragas e maior produção de frutos. Enquanto isso, as **Substâncias para Controle de Pragas** permitem combater infestações específicas como as formigas e lagartas que possam comprometer o desenvolvimento das culturas, assegurando a saúde do campo e evitando perdas na colheita. Além desses itens, se o jogador tiver pontos suficientes, é possível adquirir novas variedades de plantas para cultivo, como mandioca, milho e abacaxi, ampliando a produção e possibilitando estratégias diferentes de plantio, com potencial para gerar ainda mais pontos.

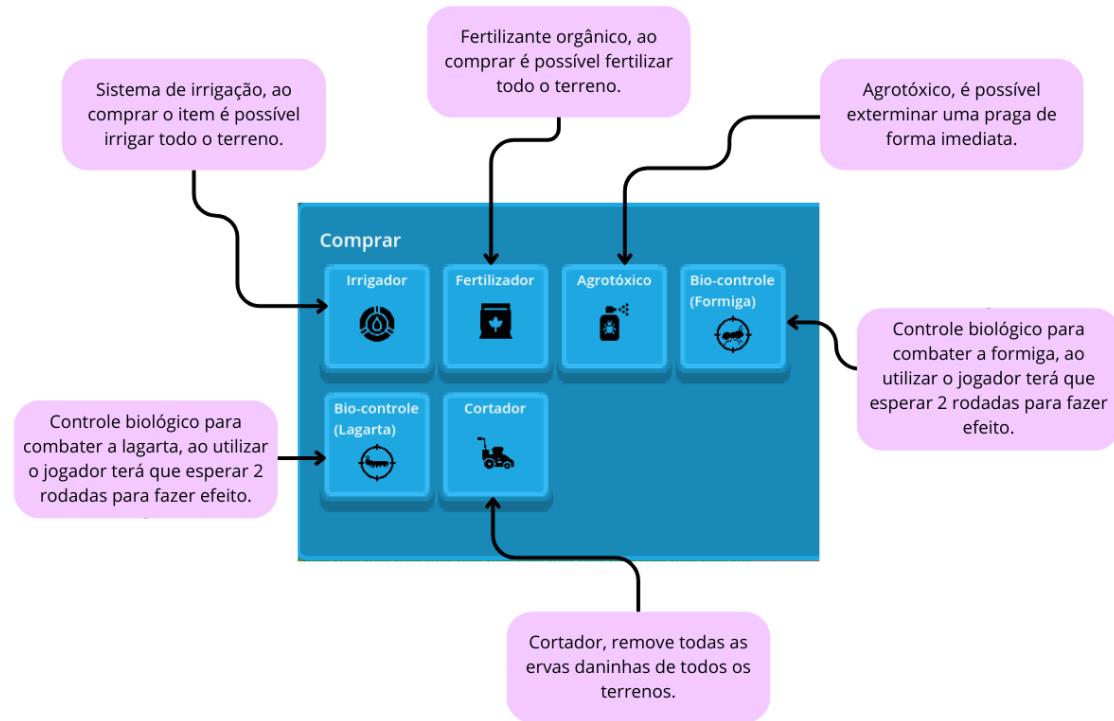


Figura 4.25: Itens para comprar com os pontos adquiridos. Fonte: Autora

Por fim, na interface da loja, qualquer item exibido em laranja indica que ele já foi comprado e está disponível para uso imediato, como mostra a Figura 4.26, facilitando a organização e o gerenciamento dos recursos adquiridos.

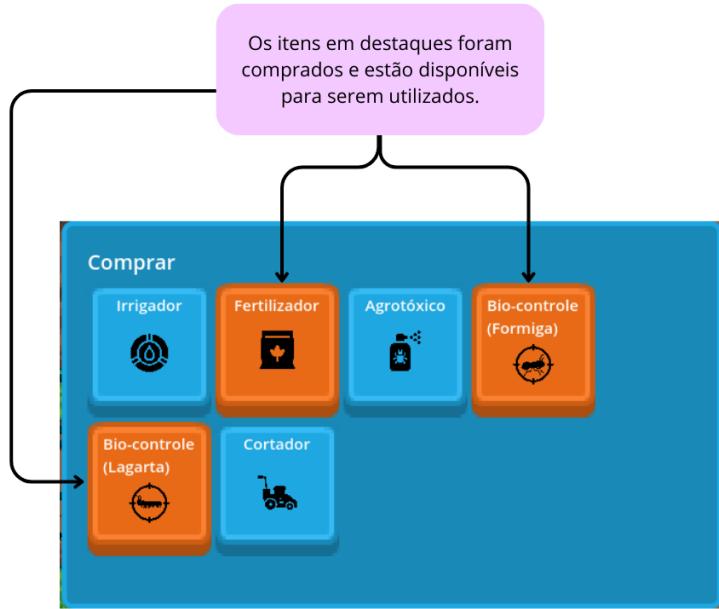


Figura 4.26: Itens comprados. Fonte: Autora

Na Figura 4.27 é possível visualizar os insumos já adquiridos na loja; eles ficam destacados ao lado do campo e podem ser utilizados a qualquer momento após a compra. Quando um item tem seu estoque esgotado, ele passa a ser exibido de forma translúcida, indicando que não está mais disponível até que seja comprado novamente. Essa apresentação facilita o gerenciamento de recursos e permite ao jogador planejar suas estratégias de cultivo com maior clareza, pois o status de cada item como disponível ou esgotado permanece evidente na interface.



Figura 4.27: Itens disponíveis para o jogador utilizar. Fonte: Autora

As ações automáticas do jogo ocorrem em dois turnos distintos. No **turno do ambiente**, podem surgir pragas específicas de cada cultura ou ervas daninhas no solo. A negligência no controle desses problemas resulta na perda da colheita no terreno afetado, prejudicando a pontuação. Portanto, o jogador deve monitorar o campo constantemente e agir de forma rápida para preservar a saúde das plantas e a eficiência da produção ao longo das rodadas.

No **turno das condições climáticas**, os eventos são modulados pela estação do ano: chuvas intensas, dias nublados ou períodos de seca alteram significativamente a umidade e o pH do solo, influenciando a vitalidade das culturas. O jogador precisa ajustar, em tempo hábil, as práticas de irrigação, adubação e manejo para mitigar esses efeitos adversos e garantir uma colheita bem-sucedida.

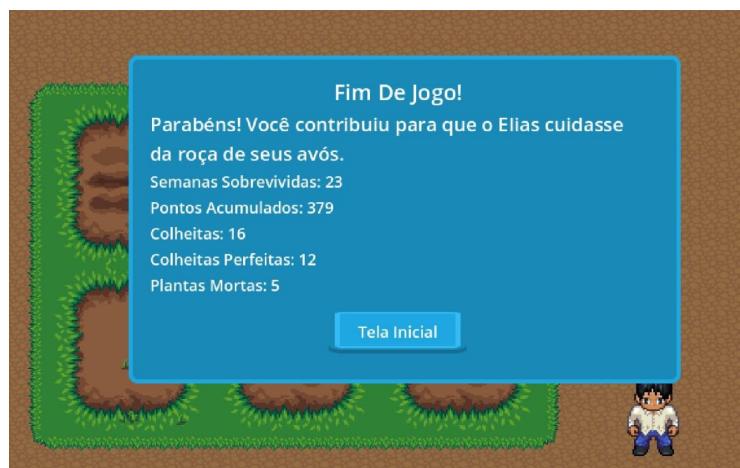


Figura 4.28: Tela fim de jogo. Fonte: Autora

Fim de jogo. O *EcoRoça* pode ser concluído de duas maneiras: (i) após o término das 52 semanas previstas; ou (ii) de forma antecipada, quando o jogador fica, ao mesmo tempo, sem sementes para plantar, sem colheitas pendentes e sem pontos suficientes para adquirir novos insumos na loja. Essa regra destaca a importância de administrar recursos de maneira equilibrada ao longo da partida.

Ao finalizar, o jogo exibe uma tela de estatísticas (Figura 4.28) com: (a) o número total de colheitas bem-sucedidas; (b) a quantidade de parcelas perdidas por pragas, ervas daninhas ou estresse hídrico; e (c) a pontuação acumulada. Esses indicadores permitem ao jogador avaliar a eficácia de suas estratégias de manejo e servem como ponto de partida para discussões em sala de aula sobre sustentabilidade e planejamento agrícola.

4.5 Elementos da Interface

Como forma de facilitar a organização das imagens no jogo, criaram-se algumas categorias para representar os diferentes elementos visuais. Na Figura 4.29, por

exemplo, podem ser observadas as imagens que simbolizam as ações do jogador em um terreno, além do ícone utilizado para pontuação. Esses recursos visuais auxiliam na identificação imediata das funcionalidades disponíveis, contribuindo para uma experiência de jogo mais intuitiva.

Imagen	Descrição
	Ação de preparar o solo, que envolve as opções de aofar, capinar e regar o terreno.
	Colher o que foi plantado no terreno.
	Plantar mudas ou sementes no terreno.
	Visualizar informações do terreno.
	Quantidade de frutos colhidos.

Figura 4.29: Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora

Na Figura 4.30, são apresentadas as imagens que representam as ações geradas pelo jogo, informando em qual turno o jogador se encontra, além de sinalizar as ocorrências relacionadas ao clima e ao ambiente que ocorrem a cada rodada.

Imagen	Descrição
	Representa a vez do jogador.
	Clima nublado no terreno.
	Clima chuvoso no terreno.
	Sol intenso no terreno.
	Adição de praga em alguma área do terreno.
	Adição de ervas daninhas em alguma área do terreno.

Figura 4.30: Ações realizadas pelo jogo. Fonte: Autora

Na Figura 4.31, são apresentados os elementos disponíveis na lojinha para auxiliar no campo, enquanto a Figura 4.32 ilustra como os terrenos se apresentam de acordo com cada ação realizada, bem como as pragas que podem afetar a plantação.

Imagen	Descrição
	Irrigador, quando utilizado, rega toda a plantação.
	Fertilizante, quando utilizado, fertiliza todos os terrenos.
	Agrotóxico, quando utilizado, extermina qualquer praga de qualquer terreno.
	Controle biológico para as formigas, quando utilizado, extermina as formigas que atacam uma determinada plantação.
	O controle biológico para as lagartas, quando utilizado, extermina as lagartas que atacam uma determinada plantação.
	Cortador, quando utilizado, remove as ervas daninhas de todos os terrenos.

Figura 4.31: Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora

Imagen	Descrição
	Terreno livre para plantio.
	Terreno após utilizar a opção de aofar.
	Terreno com ervas daninhas.
	Terreno com plantação de abacaxi.
	Terreno com plantação de mandioca.
	Terreno com plantação de milho.
	Praga formiga que ataca as plantações.
	Praga lagarta que ataca as plantações.

Figura 4.32: Ações realizadas pelo jogador. Fonte: Autora

4.6 Validação preliminar

Para reunir múltiplos pontos de vista e comprovar a solidez do *EcoRoça* antes de sua aplicação ao público-alvo, realizou-se uma validação preliminar publicada por Cordeiro et al. (2024). O estudo foi conduzido com integrantes do Grupo de Investigações em Etnobiologia e Ensino de Ciências (GIEEC/UEFS), formado por oito participantes (professores de escolas rurais da rede baiana, pesquisadores e pós-graduandos dos programas PPGEFHC/UFBA e PPGEFHC/UEFS).

O instrumento de validação, elaborado no Google Forms e aplicado durante uma reunião online via Google Meet, foi dividido em sete seções: dados pessoais, qualidade

visual, coerência do tutorial, adequação ao público-alvo, contextualização, inclusão de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e sugestões abertas. Os itens fechados foram avaliados em escala de 1 - (insuficiente), 2 - (suficiente) e 3 - (mais que suficiente). A Tabela 4.1 sintetiza as frequências percentuais computadas a partir das respostas dos participantes.

Tabela 4.1: Distribuição percentual das respostas dos avaliadores (%)

Item	Alto	Médio	Baixo
A1 – Qualidade visual	37,5	62,5	0,0
A2 – Coerência do tutorial	50,0	25,0	25,0
A3 – Sequência lógica do jogo	50,0	37,5	12,5
A4 – Criatividade	75,0	12,5	12,5
B1 – Adequação ao público-alvo	37,5	62,5	0,0
C1 – Contextualização com a realidade	37,5	50,0	12,5
C2 – Saber local ↔ científico	50,0	50,0	0,0
C3 – Promoção do Diálogo intercultural	75,0	25,0	0,0
D1 – Uso de TDICs no ensino	75,0	25,0	0,0

A Tabela 4.1 evidencia que os resultados desta validação estão alinhados com a literatura recente sobre jogos sérios voltados à agricultura. Conforme demonstrado por Espinosa-Curiel e Alba-Chávez (2024), esses jogos alcançam melhor aceitação quando reproduzem fielmente as práticas de campo e oferecem um ambiente de experimentação sem riscos, exatamente o que o *EcoRoça* proporciona ao simular o planejamento no cultivo, o manejo de pragas e a gestão de recursos.

O elevado percentual de avaliações “Alta” (75%) no item C3, referente ao diálogo intercultural, corrobora os achados de Gao et al. (2025), que mostram como jogos digitais podem facilitar a transmissão de heranças agrícolas ao integrar saberes tradicionais e científicos. Tal resultado sugere que a incorporação de costumes locais foi percebida como autêntica pelos avaliadores.

Em contrapartida, as críticas ao tutorial dialogam com as limitações identificadas por Hicklen (2014) na série *Farming Simulator*: instruções sucintas tendem a aumentar a curva de aprendizagem e afastar iniciantes. Para mitigar esse problema, recomenda-se a inclusão de um roteiro progressivo de instruções e feedback contextualizado, favorecendo o estado de *flow* descrito por Csikszentmihalyi (1990).

Além disso, 62,5% dos participantes classificaram a adequação ao público-alvo apenas como “Média”. Revisões sistemáticas, como a de Tene et al. (2025), indicam que jogos educacionais mais eficazes alinham desafios, narrativa e estética à faixa etária dos alunos, estimulando a motivação intrínseca. Assim, o *EcoRoça* pode beneficiar-se de ajustes graduais no nível de dificuldade, trilhas narrativas opcionais e elementos de personalização que contemplem diferentes perfis de estudantes.

Complementando a análise quantitativa, as respostas abertas foram submetidas à Análise de Conteúdo, originando cinco categorias temáticas que fundamentam a discussão à luz da literatura em ensino de Ciências:

1. **Estrutura e Organização:** Avaliou a qualidade visual, o tutorial, a sequência lógica e a criatividade. Os participantes destacaram a boa qualidade gráfica, embora tenha sido mencionada a semelhança com jogos antigos. Sugestões incluíram melhorar as instruções e aumentar a interação do personagem com os jogadores, promovendo reflexões sobre as ações realizadas no jogo.
2. **Adequação ao Público-Alvo:** O jogo foi considerado adequado para estudantes do Ensino Médio, com críticas pontuais relacionadas a possíveis dificuldades enfrentadas por alunos da zona rural. Os participantes reforçaram que o contexto rural não é uma barreira para o uso de tecnologias digitais.
3. **Contextualizações do Ensino:** O jogo promoveu a conexão entre saberes locais e científicos, bem como o diálogo intercultural. Foram sugeridas melhorias no contexto do jogo, como a inclusão de mensagens do personagem para auxiliar o jogador.
4. **Tecnologias Digitais:** O jogo foi bem avaliado quanto à inclusão de TDICs no ensino. Os participantes sugeriram estratégias para superar dificuldades de acesso a dispositivos, como trabalho em grupo ou adaptação de atividades.
5. **Temáticas Interculturais:** Foram identificados três grupos de conteúdos para o ensino de ciências:
 - **Botânica:** Trabalha a classificação de plantas, reprodução, fisiologia e nutrição.
 - **Ecologia:** Aborda a diversidade biológica, relações ecológicas, controle de pragas e agrobiodiversidade.
 - **Solo e Agrotóxicos:** Enfatiza cuidados com o solo, ciclos biogeoquímicos e implicações do uso de agrotóxicos.

Em síntese, a avaliação identificou aspectos favoráveis e oportunidades de aperfeiçoamento:

Pontos Positivos

Os participantes destacaram que o *EcoRoça* facilita o diálogo entre culturas ao promover a conexão entre conhecimentos locais e científicos, especialmente em ambientes escolares rurais. A estrutura do jogo, baseada na simulação de práticas agrícolas locais, foi bem avaliada, particularmente pela capacidade de contextualizar o ensino com a realidade dos estudantes de escolas públicas rurais. Além disso, o jogo foi considerado adequado ao público-alvo (estudantes do Ensino Médio), demonstrando potencial para engajar os alunos em um ambiente educativo de forma lúdica e relevante.

Pontos de Melhoria

Alguns participantes indicaram a necessidade de melhorias na apresentação do tutorial e no fornecimento de instruções mais claras para jogadores com pouca familiaridade com tecnologias digitais. Também foi sugerido que o jogo poderia incluir mais elementos investigativos e interativos para aumentar a imersão e proporcionar maior engajamento dos alunos.

4.7 Proposição de Uso Pedagógico

Segundo Embrapa (2023), a conexão entre teoria e prática costuma ser subestimada, o que resulta em abordagens pedagógicas centradas na memorização de termos e fórmulas. Esse modelo pouco estimula a curiosidade dos estudantes, raramente dialoga com seu cotidiano e “pouco contribui para a explicação dos fenômenos cotidianos e para uma melhor relação desses estudantes com o meio onde vivem”. Para contrariar essa lógica e aproximar o conteúdo escolar da realidade do campo, incorporamos ao *EcoRoça* trechos de depoimentos de alunos do distrito de Retiro, registrados na dissertação de Baptista (2007). Tais falas, exibidas quando o jogador compra sementes de milho, mandioca ou abacaxi (Figuras 4.33, 4.34 e 4.35) fornecem exemplos concretos de práticas agrícolas aprendidas em família, criando uma ponte entre o conhecimento tradicional e o conteúdo veiculado pelos livros didáticos.



Figura 4.33: Informações sobre a cultura do milho. Com falas retiradas da dissertação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora

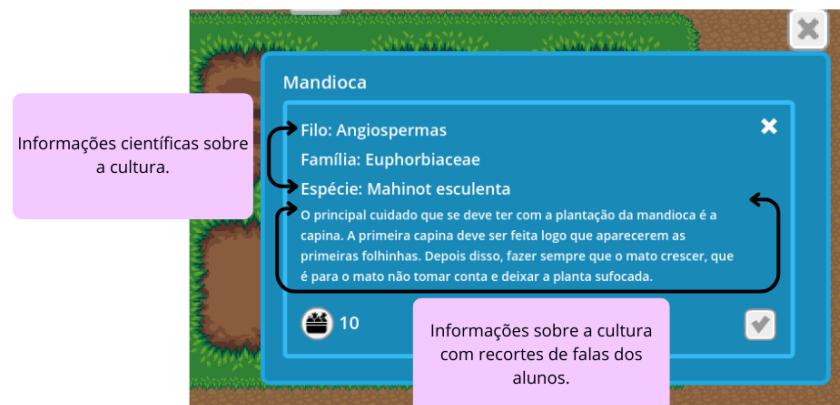


Figura 4.34: Informações sobre a cultura da mandioca. Com falas retiradas da dissertação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora

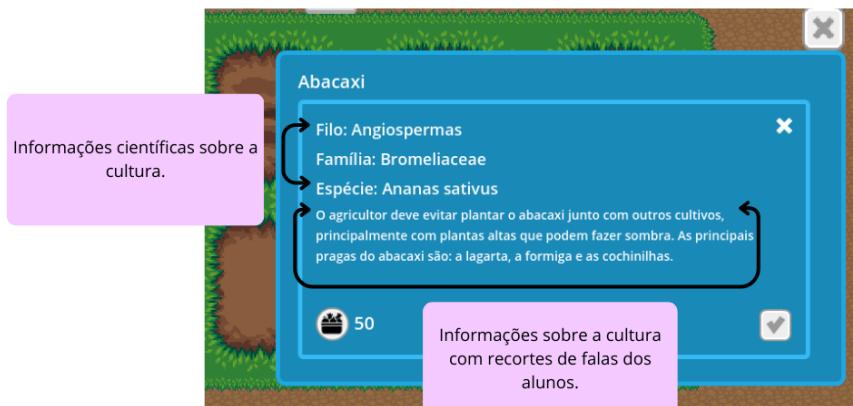


Figura 4.35: Informações sobre a cultura do abacaxi. Com falas retiradas da dissertação de mestrado de Baptista (2007). Fonte: Autora

Além dos relatos dos estudantes, o jogo apresenta informações de controle biológico extraídas de publicações da Embrapa (Embrapa, 2023; do NASCIMENTO et al., 2018). Ao selecionar produtos para combater pragas, o jogador visualiza orientações sobre o uso de iscas biológicas para formigas e bioinseticidas contra a lagarta (Figuras 4.36 e 4.37). Essa estratégia reforça a dimensão agroecológica do jogo e oferece subsídios para que o professor discuta, em sala de aula, os impactos ambientais das diferentes práticas de manejo.

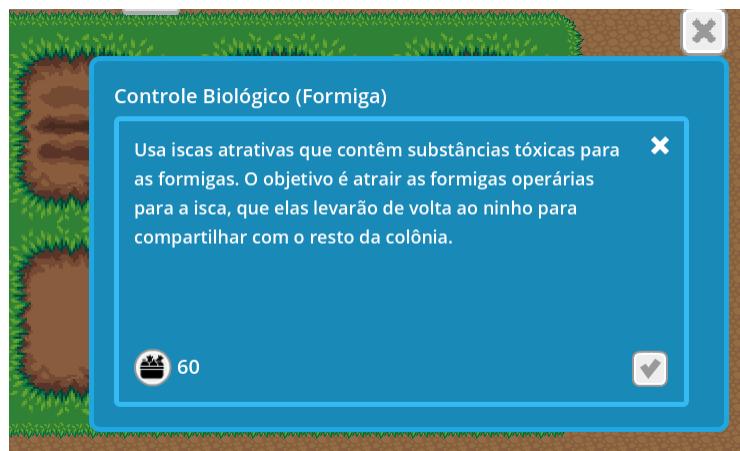


Figura 4.36: Informações sobre o controle biológico da formiga. Fonte: Autora

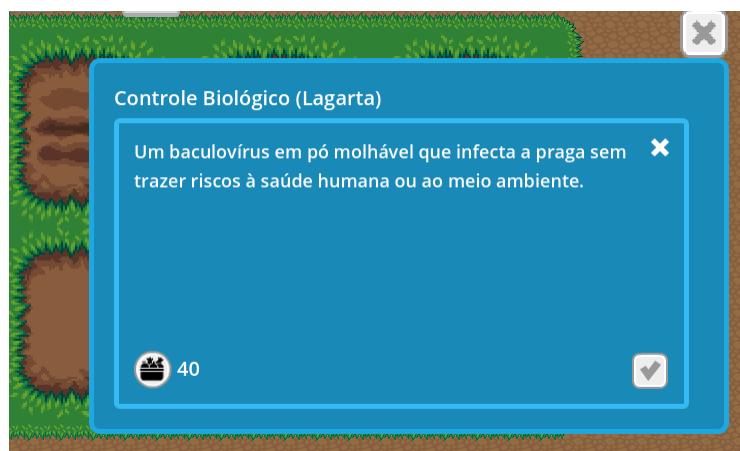


Figura 4.37: Informações sobre o controle biológico da lagarta. Fonte: Autora

No contexto do jogo, enfatizamos a importância do controle biológico, demonstrando que, embora leve mais tempo para eliminar pragas em comparação com o uso de agrotóxicos, o resultado final é uma colheita mais saudável e produtiva, o que, por consequência, concede mais pontos ao jogador. Reforçamos essa mensagem porque o controle biológico desempenha um papel crucial na gestão de doenças e pragas nas plantações, reduzindo as perdas econômicas na agricultura e aumentando a produtividade das culturas (Ahmad et al., 2021). Ele surge como uma alternativa promissora, combatendo a resistência aos pesticidas e oferecendo soluções sustentáveis para o controle de doenças (He et al., 2021).

A partir das informações apresentadas, o jogo *EcoRoça* oferece uma oportunidade para os professores abordarem uma variedade de tópicos interdisciplinares, como:

- Biologia: O jogo pode ser usado para discutir os processos de crescimento das plantas, a importância da biodiversidade na agricultura e como as escolhas de cultivo afetam a colheita.

- Ciências Naturais: O jogo permite abordar a dinâmica dos ecossistemas agrícolas e os impactos das decisões humanas no meio ambiente. Os alunos podem explorar como as práticas agrícolas influenciam a saúde do solo, a qualidade da água e a conservação da biodiversidade.
- Entomologia: O estudo dos insetos encontra aplicação direta no jogo ao tratar das estratégias de controle de pragas. Os alunos podem aprender sobre diferentes tipos de insetos e como eles afetam as plantas, além de explorar abordagens de controle biológico.
- Agroecologia: O jogo pode ser usado para discutir princípios de agricultura sustentável, diversificação de culturas e práticas de combate a pragas. Os alunos podem debater os benefícios de escolhas agrícolas sustentáveis e como elas podem contribuir para a saúde do ecossistema e a segurança alimentar.

O jogo *EcoRoça* oferece uma abordagem prática e lúdica para ensinar tópicos relacionados ao cultivo de alimentos, cuidado do solo e práticas agrícolas sustentáveis. Ele incentiva a exploração, a tomada de decisões e a compreensão das interações na agricultura, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda dos desafios e oportunidades relacionadas a essas áreas de conhecimento.

Além disso, as possibilidades de ensino oferecidas pelo *EcoRoça* podem ser amplamente exploradas em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento normativo que define os direitos e objetivos de aprendizagem essenciais para a educação básica no Brasil. Seu principal objetivo é garantir que todos os estudantes tenham acesso a uma formação integral e equitativa, independentemente da região em que vivem, promovendo o desenvolvimento das competências necessárias para enfrentar os desafios do século XXI. Segundo Ministério da Educação (2024), a BNCC organiza o currículo em áreas do conhecimento e define competências gerais e específicas para cada etapa da educação básica, orientando as práticas pedagógicas nas escolas públicas e privadas de todo o país.

A seguir, a Tabela 4.2 com os conteúdos propostos a partir do jogo segundo (Cordeiro et al., 2024) e suas respectivas correlações com as habilidades previstas na BNCC, contemplando não apenas o Ensino Médio, mas também o Ensino Fundamental:

Tabela 4.2: Tabela de conteúdos, habilidades e códigos da BNCC.

Tema	Conteúdo	Habilidades da BNCC
Botânica	Reino Plantae	EF02CI04: Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem.

Tema	Conteúdo	Habilidades da BNCC
	Classificação das plantas	EF06CI06: Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.
	Reprodução das angiospermas	EF08CI07: Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
	Fisiologia vegetal	EF02CI06: Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos.
	Processos bioquímicos	EM13CNT101: Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
Ecologia	Diversidade biológica	EF09CI12: Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.
	Relações ecológicas	EF07CI08: Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.
	Interações ecológicas	EF07CI07: Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.

Tema	Conteúdo	Habilidades da BNCC
	Cadeia alimentar	EF04CI04: Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.
	Ações antropogênicas	EF09CI13: Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.
	Agrobiodiversidade	EF09CI11: Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processos reprodutivos.
Solo e Agrotóxicos	Ciclos biogeoquímicos	EM13CNT105: Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
	Controle de pragas	EM13CNT304: Analisar e debater situações controversas sobre aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnoLOGIAS, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

A validação preliminar do *EcoRoça*, apresentada no tópico 4.6 dos resultados, em conjunto com as diretrizes da BNCC, abre novas perspectivas para a educação em contextos do campo. A partir dos feedbacks obtidos e das competências descritas na BNCC, é possível vislumbrar caminhos para a construção de práticas pedagógicas que valorizem tanto o conhecimento científico quanto o saber local. Essa combinação sugere que, com as adaptações adequadas, o *EcoRoça* pode se tornar uma ferramenta de apoio pedagógico relevante, especialmente ao conectar as realidades do campo com os objetivos educacionais nacionais.

Capítulo 5

Considerações Finais

Esta pesquisa concentrou-se no desenvolvimento do jogo digital *EcoRoça*, um *Serious Game* concebido para promover o diálogo intercultural entre alunos e professores da educação do campo. A iniciativa partiu da necessidade de integrar os saberes tradicionais da agricultura familiar a conceitos científicos do currículo escolar, sobretudo nas disciplinas de Ciências e Biologia, valorizando a cultura local da comunidade de Retiro, distrito de Coração de Maria (BA), e fomentando uma aprendizagem significativa.

O enredo do *EcoRoça* nasceu da premissa do êxodo rural apontada no estudo de doutorado de Robles-Piñeros et al. (2021). Conversas com um agricultor da região ampliaram essa perspectiva e inspiraram a história de Elias, nome que homenageia meu avô, e de Dona Nita, minha avó, ambos agricultores familiares. Ao retratar suas trajetórias, o jogo reflete não apenas a realidade dos estudantes de Retiro, mas também de muitas famílias que vivenciam desafios semelhantes no meio rural.

Com a narrativa definida, a modelagem em UML tornou-se fundamental para nortear o desenvolvimento. Os diagramas de casos de uso e atividades, por serem consolidados na literatura de engenharia de software, permitem que qualquer leitor visualize o fluxo do jogo de forma clara. Essa documentação beneficia o desenvolvedor, facilita a compreensão de pesquisadores interessados e serve de base para futuras atualizações do *EcoRoça*.

As mecânicas foram inspiradas em *Top Crop*, escolhido por sua temática agrícola próxima à realidade brasileira e por suas rodadas curtas (10 turnos), adequadas ao contexto da sala de aula. No *EcoRoça*, porém, o conteúdo foi adaptado à realidade regional e a estrutura ampliada para 52 rodadas semanais, simulando um ciclo agrícola completo. Essa configuração aproxima o ritmo do jogo à sazonalidade real, distribui práticas de manejo sustentável e controle de pragas ao longo do ano e oferece ao professor um calendário lúdico para conduzir discussões didáticas.

Na validação preliminar, especialistas do GIEC/UEFS reconheceram a pertinência cultural da narrativa, a coerência das mecânicas e o potencial pedagógico do *Eco-*

Roça. Persistem, todavia, lacunas a serem superadas: o jogo ainda não foi aplicado ao seu público-alvo, alunos de Retiro; o conteúdo agronômico permanece restrito a milho, mandioca e abacaxi; e não se utilizaram instrumentos formais para mensurar os ganhos de aprendizagem. Assim, embora o *EcoRoça* já constitua uma contribuição expressiva ao ensino contextualizado no campo, pesquisas futuras deverão ampliar o repertório de cultivos, incorporar novas funcionalidades e adotar métricas de avaliação, a fim de explorar plenamente seu potencial.

Os resultados do *EcoRoça* foram apresentados na *SBGames 2024*(Santos et al., 2024), disponível em doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2024.240169. A divulgação em um dos principais eventos de jogos digitais da América Latina, acompanhada pela avaliação de especialistas da área de educação, indica o potencial do jogo como ferramenta de apoio pedagógico voltado à promoção do diálogo intercultural. Logo, é possível concluir que os objetivos traçados nesta pesquisa foram alcançados, e o jogo *EcoRoça* se apresenta como um instrumento auxiliar ao processo educativo, especialmente como estratégia para promover o diálogo intercultural na educação do campo.

Capítulo 6

Trabalhos Futuros

Conforme destacado nas considerações finais, os próximos passos devem priorizar a implementação do *EcoRoça* junto ao seu público-alvo, garantindo sua eficácia como ferramenta de apoio pedagógico em contextos de ensino interdisciplinar e educação contextualizada. No entanto, há oportunidades significativas para aprimoramento e expansão do jogo.

Uma das melhorias propostas envolve a inclusão de novas culturas e pragas, como as cochonilhas, que representam desafios agrícolas reais e podem contribuir para um aprendizado mais abrangente. Além disso, uma expansão promissora seria a introdução de métodos de controle biológico caseiros, acompanhados de receitas baseadas no conhecimento tradicional, permitindo aos jogadores uma experiência mais rica, ao relacionar os conteúdos do jogo a práticas sustentáveis. Ajustes no design do jogo, como aprimoramento da interface visual e aprimoramento dos indicadores visuais para estações do ano e saúde das plantações, são fundamentais para tornar a experiência mais intuitiva.

Além das melhorias técnicas, um aspecto crucial para os próximos passos do projeto é o desenvolvimento de uma **sequência didática complementar ao *EcoRoça***, que permita sua integração mais eficiente ao currículo escolar. Essa sequência pode incluir:

- **Atividades pré-jogo:** Levantamento de conhecimentos prévios dos alunos sobre práticas agrícolas.
- **Exploração durante o jogo:** Estratégias para promover aprendizado ativo e interdisciplinar através das mecânicas do jogo.
- **Discussões pós-jogo:** Reflexões sobre o impacto das decisões tomadas, conectando-as a conceitos de ciências.
- **Avaliações formativas:** Questionários e dinâmicas que permitam medir o aprendizado adquirido com a experiência lúdica.

A criação dessa sequência didática não apenas facilitará a adoção do jogo no ambiente escolar, como também maximizará seu impacto pedagógico, tornando-o um recurso alinhado às diretrizes educacionais. Dessa forma, os trabalhos futuros visam consolidar o *EcoRoça* como uma ferramenta de apoio pedagógico, demonstrando não apenas as práticas agrícolas locais, mas também o fortalecimento do diálogo entre o conhecimento científico e os saberes tradicionais em sala de aula. Além disso, futuras pesquisas podem explorar formas de avaliar o impacto do *EcoRoça* na aprendizagem dos estudantes.

Referências

- Aggrawal, S. e Boowuo, H. (2023). Enhancing teamwork through games: A systematic literature review. In *Proceedings of the 2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, páginas 1–7.
- Ahmad, G., Khan, A., Khan, A. A., Ali, A., e Mohhamad, H. I. (2021). Biological control: a novel strategy for the control of the plant parasitic nematodes. *Antonie van Leeuwenhoek*, 114(7):885–912.
- Ahmed, N. e Shakoor, N. (2025). Advancing agriculture through IoT, big data, and AI: A review of smart technologies enabling sustainability. *Smart Agricultural Technology*, 10:100848.
- Alotaibi, M. S. (2024). Game-based learning in early childhood education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15:1307881.
- Alvarez, J., Djaouti, D., et al. (2011). An introduction to serious game definitions and concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management*, 11(1):11–15.
- Amashi, R., Baligar, P., e Vijayalakshmi, M. (2023). Digital games to develop empathy in students: A scoping review. In *Proceedings of the Research in Engineering Education Symposium (REES 2024)*, páginas 163–170, Hubballi, Índia.
- Amorim, A. N. e. a. (2023). Exploring the use of mobile learning games to foster early mathematics. *Computers & Education*, 192:104759.
- Andrade, S., Melo, V., Ricardo, D., e Santos, B. (2015). A utilização de jogos didáticos no ensino de ciências e biologia como uma metodologia facilitadora para o aprendizado. *VI Enforsup I interfor*, Brasília, (384):1–13.
- Archibald, M. M., Ambagtsheer, R. C., Casey, M. G., e Lawless, M. (2019). Using zoom videoconferencing for qualitative data collection: Perceptions and experiences of researchers and participants. *International Journal of Qualitative Methods*, 18:1–8.
- Arias, D., Vieira, P. A., Contini, E., Farinelli, B., e Morris, M. (2017). Agriculture productivity growth in brazil. *World Bank, Washington, DC*.

- Babakhouya, A., Naji, A., Hnini, A., e Daaif, A. (2023). Agricultural iot technology: an overview of usages, technologies, and challenges. páginas 1–8.
- Balasubramanian, N. e Wilson, B. (2008). Games and simulations.
- Bank, W. (2024). Bridging brazil's digital divide: How internet inequality mirrors socioeconomic gaps. Acesso em 11 jul. 2025.
- Baptista, G. C. S. (2007). A contribuição da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de ciências: estudo de caso em uma escola pública do estado da bahia.
- Baptista, G. C. S. (2016). *Entre o campo e a escola existem saberes que descolonizam e dialogam*. UEFS Editora, Feira de Santana, BA, 1 edição. Material didático.
- Barbieri, R. L., Gomes, J. C. C., Alercia, A., e Padulosi, S. (2014). Agricultural biodiversity in southern brazil: Integrating efforts for conservation and use of neglected and underutilized species. *Sustainability*, 6(2):741–757.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Edição 70, Lisboa.
- Beeching, E., Debangoye, J.-B., Simonin, O., e Wolf, C. (2021). Godot reinforcement learning agents. *arXiv preprint arXiv:2112.03636*.
- Benites, R. G. e Trentini, F. (2019). Agricultura familiar sustentável: entre o desenvolvimento sustentável e a segurança alimentar. *Revista de direito agrário e agroambiental*, 5(2):01–19.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8):3–15.
- Borrego, M. e Newswander, L. K. (2008). Characteristics of successful cross-disciplinary engineering education collaborations. *Journal of Engineering Education*, 97(2):123–134.
- Bouchard, L. M. e Wike, T. L. (2022). Good as gone: Narratives of rural youth who intend to leave their communities. *Rural Society*, 31(2):69–86.
- Brasil (1996). Lei de diretrizes e bases da educação nacional (lei nº 9.394/1996). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.
- Brasil (2006). Brasil. lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Brasil (2010). Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010. institui a política nacional de assistência técnica e extensão rural para a agricultura familiar e reforma agrária - pnater e o programa nacional de assistência técnica e extensão rural na agricultura familiar e na reforma agrária - pronater, altera a lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.

- Brasil. Ministério da Agricultura, P. e. A. (2020). Programa ater digital. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/programa-ater-digital>. Acesso em 26 setembro 2021.
- Calgaro, C., Hermány, R., e Alves, P. R. R. (2020). A despopulação na esfera rural brasileira: reflexões acerca da sustentabilidade e as perspectivas sociojurídicas de empoderamento social local. *Revista Justiça do Direito*, 34(3):238–271.
- CAPES (2022). Resultado da avaliação quadrienal 2017-2020.
- Conselho Nacional de Saúde (2016). Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf>. Estabelece normas éticas para pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.
- Cordeiro, L. G. L., Santos, J. C., Gusmão, I. K. C. N., dos Santos, G. N. M., Baptista, G. C. S., e Sarinho, V. T. (2024). Desenvolvimento e validação de um jogo mobile para o diálogo intercultural no ensino de biologia. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC*, 14(3):353–376.
- Cravero, A., Pardo, S., Galeas, P., López Fenner, J., e Caniupán, M. (2022). Data type and data sources for agricultural big data and machine learning. *Sustainability*, 14(23):16131.
- Creswell, J. W. (2021). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, 6 edição.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper & Row, New York.
- da Cruz, S., Nunes, D., Werly, C., Cruz, P., Vieira, A., e Marques, M. (2015). Manejo tecnológico de lavouras através de dispositivos móveis e agricultura de precisão. In *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, páginas 379–386. SBC.
- Damiani, M. F. (2007). Perspectivas e desafios da pesquisa colaborativa no contexto educacional. *Cadernos de Pesquisa*, 37(131):573–586.
- de Aquino, A. M. e de Assis, R. L. (2012). Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.
- de Castro, C. N. (2015). Desafios da agricultura familiar: O caso da assistência técnica e extensão rural. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)*, (12).
- de Sá Alves, E. (2013). Jogos sérios para ensino de engenharia de software.
- de Sousa Alves, D. F. e da Silva, J. F. M. (2020). Jogos digitais: Uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 4(1):14–14.

- Desgagné, S. (2007). O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma proximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. *Revista Educação em Questão*, 29(15):7–35.
- Desgagné, S. (2007). O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. *Revista Educação em Questão*, 29(15):7–35.
- do NASCIMENTO, A., OLIVEIRA, F. d. P., dos SANTOS, V., FONSECA, N., MAEGAWA, R., e CORDEIRO, Z. (2018). Controle de formigas cortadeiras na produção orgânica de frutas, com utilização de isca biológica.
- Dodd, Z. e Education, N. G. (2018). Top crop: Farming for the future. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/top-crop-farming-future>.
- Embrapa (2023). Novo produto biológico obtém 100% de eficácia no controle da lagarta do cartucho. Acessado em: 11 de novembro de 2024.
- Espinosa-Curiel, I. E. e Alba-Chávez, C. A. G. (2024). Serious video games for agricultural learning: scoping review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17:1155–1169.
- Foguesatto, C. R., Artuzo, F. D., Lago, A., e Machado, J. A. D. (2016). Fatores relevantes para a tomada de decisão dos jovens no processo de sucessão geracional na agricultura familiar. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 37(130):15–28.
- Fonseca, I., Caviedes, M., Chantré, J., e Bernate, J. (2023). Gamification and game-based learning as cooperative learning tools: A systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 18(21):4–23.
- Forhad, S., Hossen, M. S., Ahsan, I. A., Saifee, S., Nabeen, K. N. I., e Shuvo, M. R. K. (2023). An intelligent versatile robot with weather monitoring system for precision agriculture. páginas 1–7.
- Fuller, A. M., Xu, S., Sutherland, L.-A., e Escher, F. (2021). Land to the tiller: the sustainability of family farms. *Sustainability*, 13(20):11452.
- Gao, N., Wang, B., Pan, X., Yang, L., Tan, S., e Zhu, X. (2025). Serious game promotes the cultural transmission of agricultural heritage mulberry–dyke and fishpond system. *SAGE Open*, 15(2):1–17.
- Garcia, A. e Clua, E. (2015). A uml-based approach for prototyping event-driven game architectures. *Entertainment Computing*, 10:51–62.
- Gazolla, M. e Aquino, J. R. d. (2024). A dúvida digital no campo brasileiro: Uma análise nacional e regional a partir do censo agropecuário 2017. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 20(1):616–640.

- Gee, J. P. (2009). Bons videogames e boa aprendizagem. *Perspectiva*, 27(01):167–178.
- GIANTS Software (2021). Farming simulator 22. https://store.steampowered.com/app/1248130/Farming_Simulator_22/. Acesso em: 20 jul. 2025.
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Atlas, São Paulo, 7 edição.
- Gloria, A. d., Bellotti, F., e Berta, R. (2014). Serious games for education and training. *International Journal of Serious Games*, 1(01).
- Godoy, W. I., Sanssanoviez, A., e Pezarico, G. (2020). Limites e possibilidades do uso das tics pela agricultura familiar na região sul do brasil. *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, 25(2):2086–2104.
- Goethe, O. (2019). *Gamification mindset*. Springer.
- Gomes, S. e Melo, F. Y. M. (2021). Como superar as desigualdades em educação no brasil: igualdade ou equidade? *Educ. Soc.*, 42:e234175.
- Grimault, J., Simon, S., Weiss, M., Carlesi, L., e Tchamitchian, M. (2019). Segae: A serious game to learn agroecology. In *Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning*, páginas 201–209.
- Gui, Y., Cai, Z., Yang, Y., Kong, L., Fan, X., e Tai, R. H. (2023). Effectiveness of digital educational game and game design in STEM learning: A meta-analytic review. *International Journal of STEM Education*, 10:36.
- Guimarães, G. M. A., Ribeiro, F. L., e Echeverría, A. R. (2011). Importância da agricultura familiar para o desenvolvimento sustentável de municípios com predominância do agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*.
- Gul, F. (2020). Valorização das raízes culturais na educação rural. *Ciências Sociais e Educação*.
- HAMDOON, W. e ZENGİN, A. (2023). A new iot-based smart irrigation management system. *Middle East Journal of Science*, 9(1):42–56.
- Hax, F. e Filho, R. (2014). Jogos de simulação de agricultura: Perspectivas de uso no ensino técnico agrícola.
- Hax, F. e Filho, R. (2015). Uso de games de simulação de agricultura no ensino técnico agrícola.
- He, D.-C., He, M.-H., Amalin, D. M., Liu, W., Alvindia, D. G., e Zhan, J. (2021). Biological control of plant diseases: An evolutionary and eco-economic consideration. *Pathogens*, 10(10):1311.

- Hein, A. F. e da Silva, N. L. S. (2019). A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 27(2):394–417.
- Hicklen, T. T. (2014). Planting pixels: An exploration of tutorials in selected farming simulator games. Dissertação de Mestrado, Texas Tech University, Lubbock, TX.
- Holfeld, J. (2023). On the relevance of the godot engine in the indie game industry. *arXiv preprint arXiv:2401.01909*.
- Hsiao, H.-C. (2007). A brief review of digital games and learning. In *2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)*, páginas 124–129. IEEE.
- Hueso, A. et al. (2020). Sustainable crop management: weekly monitoring of key parameters in smallholder farming. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 12(2):45–56.
- IBGE (2010). Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios – Resultados do Universo. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf. [Acesso em 05 de setembro de 2023].
- IBGE (2022). Estimativas de População – 2022. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>. [Acesso em 05 de setembro de 2023].
- Katsaliaki, K. e Mustafee, N. (2015). Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field. *Simulation & Gaming*, 46(6):647–672.
- Kenski, V. M. (2012). *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação*. Papirus, Campinas, 3 edição.
- Kusheryanto, A., Mirza, A., Syaripudin, A., e Hutagalung, D. (2024). Development of “story of life”: A narrative and educational game using the godot engine for android. *JISA – Jurnal Informatika dan Sains*, 7(2):115–124.
- Lakatos, E. M. e Marconi, M. d. A. (2017). *Metodologia Científica*. Atlas, São Paulo, 7 edição.
- Larman, C. (2012). *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development*. Prentice Hall, 3 edição.
- Larsen, B. e Schoenan-Fog, H. (2016). The narrative quality of game mechanics. páginas 61–72.
- Latorre-Cosculluela, C., Sierra-Sánchez, V., e Vázquez-Toledo, S. (2025). Gamification, collaborative learning and transversal competences: Analysis of academic performance and students’ perceptions. *Smart Learning Environments*, 12:Article 2.

- Lv, T. e Lv, H. (2023). Analysis of the application of agricultural big data in modern agriculture. 12625:591–596.
- Mainardes, J. (2020). Quais as convergências e divergências da bncc com as demais políticas públicas educacionais brasileiras? *SciELO em Perspectiva: Humanas*.
- Malliarakis, C. e Satratzemi, M. (2018). Serious game development using a uml–mda approach. In *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications*, páginas 1–8.
- Marsaro, L. J. (2023). Êxodo rural de jovens no município de serranópolis do iguaçu (paraná): causas da evasão.
- Martins, D. S., Silva, K. R., e Almeida, L. V. (2023). Google forms in educational research: A meta-analysis of response rate, data quality, and cost. *Computers Education*, 200:104788.
- Massruhá, S. M. F. S. e de Andrade Leite, M. A. (2017). Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. *Embrapa*.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., Heald, Y., et al. (2002). Report on the educational use of games.
- Miller, T., Mikiciuk, G., Durlik, I., Mikiciuk, M., Łobodzińska, A., e Śnieg, M. (2025). The iot and AI in agriculture: The time is now—a systematic review of smart sensing technologies. *Sensors*, 25(12):3583.
- Ministério da Educação (2024). Base nacional comum curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acessado em: 15 de agosto de 2024.
- Nadeem, M., Oroszlanyova, M., e Farag, W. (2023). Effect of digital game-based learning on student engagement and motivation. *Computers*, 12(9):177.
- National Geographic Society (2020). Top crop: Farming for the future. <https://www.nationalgeographic.org/game/top-crop/>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- Nguyen, V.-Q., Nguyen, V.-H., Nguyen, M.-Q., Huynh, Q.-T., e Kim, K. (2022). Big data knowledge acquisition platform for smart farming. páginas 390–397.
- Nutrien Ltd. (2016). Journey 2050. <https://www.journey2050.com/>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- Nutrien Ltd. (2017). Farmers 2050. <http://www.farmers2050.com/>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- Oliveira, J. S., Camargo, T. S. d., e Santos, R. B. d. (2016). Escola do campo: uma visão dos jovens sobre as aulas de biologia de uma comunidade rural no município de cunha/sp. *Revista Brasileira de Educação do Campo. Tocantinópolis, TO. Vol. 1, n. 2 (jul./dez. 2016)*, p. 344-363.

- Ong, S. L. (2021). Exploring an integrated conceptual framework as an interpretive framework for intercultural communication research. *Journal of Communication, Language and Culture*, 1(1):1–12.
- Paes, R. d. S. e Zappes, C. A. (2016). Agricultura familiar no norte do estado do rio de janeiro: identificação de manejo tradicional. *Sociedade & Natureza*, 28:385–395.
- Paiva, C. A. e Tori, R. (2017). Jogos digitais no ensino: processos cognitivos, benefícios e desafios. *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, páginas 1–4.
- Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., e Gallagher, L. P. (2007). What makes professional development effective? strategies that foster curriculum implementation. *American Educational Research Journal*, 44(4):921–958.
- Pivec, M., Dziabenko, O., e Schinnerl, I. (2003). Aspects of game-based learning. In *3rd International Conference on Knowledge Management, Graz, Austria*, páginas 216–225.
- Pivetta, E. (2019). A educação no campo: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Educação*.
- Prensky, M. (2021). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Editora Senac São Paulo.
- Prodanov, C. C. e Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. Feevale, Novo Hamburgo.
- Purnama, S. e Sejati, W. (2023). Internet of things, big data, and artificial intelligence in the food and agriculture sector. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 1(2):156–174.
- Raja, P., Kumar, S., Yadav, D. S., e Singh, T. (2023). The internet of things (iot): A review of concepts, technologies, and applications. *International Journal of Information Technology & Computer Engineering (IJITC) ISSN: 2455-5290*, 3(02):21–32.
- Rajamohan, K., Rangasamy, S., Pinto, N. A., Manoj, B., Mukherjee, D., e Shukla, J. (2023). Iovst: Internet of vehicles and smart traffic—architecture, applications, and challenges. *Handbook of Research on Machine Learning-Enabled IoT for Smart Applications Across Industries*, páginas 292–315.
- Robles-Piñeros, J. et al. (2021). Etnoecologia, formação de professores de ciências e letramento ecológico: desenvolvendo um perfil culturalmente sensível.
- Rocha Moreno, A. B., Barbosa de Melo, A. A., e Carvalho Figueiredo, J. V. (2020). A educação do campo como forma de resistência e combate ao êxodo rural no brasil. *OKARA: Geografia em Debate*, 14(2).

- Rodríguez, A. (2024). Currículos regionais e educação no campo. *Educação e Sociedade*.
- Roldán, J. J., del Cerro, J., Garzón-Ramos, D., Garcia-Aunon, P., Garzón, M., De León, J., e Barrientos, A. (2018). Robots in agriculture: State of art and practical experiences. *Service robots*, páginas 67–90.
- Ronzhin, A., Figurek, A., Surovtsev, V., e Dibirova, K. (2025). Digital transformation and precision farming as catalysts of rural development. *Land*, 14(7):1464.
- RTR production (2013). Agricultural simulator 2013 – steam edition. https://store.steampowered.com/app/236790/Agricultural_Simulator_2013__Steam_Edition/. Acesso em: 20 jul. 2025.
- Santos, J. C., Baptista, G. C. S., dos Santos, G. N. M., Gusmão, I. K. C. N., Sarinho, V. T., e Cordeiro, L. G. L. (2024). Ecoroça: Um serious game para a educação intercultural no campo. In *Anais do SBGames 2024*.
- Savi, R., von Wangenheim, C. G., Ulbricht, V. R., e Vanzin, T. (2010). Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, 8(3):1–10.
- Sawwalakhe, N., Jain, Y., Patil, S., Jondhale, A., e Keskar, A. G. (2023). Design and implementation of an autonomous plantation layout follower fertilizer bot for advanced farming. páginas 1–6.
- Schilling, F. e Resende, J. M. (2021). Justiça e educação: como pensar uma escola justa? *SciELO em Perspectiva: Humanas*.
- SEDUC (2023). Escolas do campo: resultado final da chamada para assessores e formadores.
- Silva, B. H. d. O. e Santos, B. S. d. (2024). Agricultura digital: Desafio da conectividade no campo para o desenvolvimento da agricultura familiar. *Revista Mirante*, 17(2):140–163.
- Silva, R. B. P. (2020). A utilização de jogos didáticos para a melhora do processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de biologia e química. In Cruz, G. G., Silva, G. C., e Morais, M. S. P., editores, *Ciências Multidisciplinares: Aplicações Metodológicas em Disciplinas Escolares*, páginas —. Literária, Porto Velho.
- Silva, R. P. (2013). As especificidades da nova ater para agricultura familiar. *Revista NERA, Presidente Prudente*, 16(23):150–166.
- Siqueira, E. S., Binotto, E., Oliveira, A. B. B., Silva, R. A., Siqueira Filho, V., e Bunsit, T. (2021). Management in family farming: evidences from settlements. *Revista de Administração da UFSM*, 14:888–906.

- Stats, S. G. (2025). Mobile operating system market share in brazil – june 2025. Acesso em 11 jul. 2025.
- Tagliapietra, O. M., Carniatto, I., e Bertolini, G. (2021). A importância do conhecimento local dos agricultores familiares e demais populações rurais para o desenvolvimento rural sustentável. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 18(2):178–199.
- Teixeira, G. (2019). O censo agropecuário 2017. *Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense*, 8(16):8–39.
- Tene, T., Vique López, D. F., Valverde Aguirre, P. E., Cabezas Oviedo, N. I., Vacacela Gomez, C., e Bellucci, S. (2025). A systematic review of serious games as tools for stem education. *Frontiers in Education*, 10.
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., e Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3):555–575.
- Touri, M. (2024). Deconstructing the role of ICTs in agricultural development using the diverse economies framework. *Information Technology for Development*, 30(4):696–716.
- Tsai, Y.-L. e Tsai, C.-C. (2020). A meta-analysis of research on digital game-based science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3):280–294.
- Ullmann, G. C., Politowski, C., Guéhéneuc, Y.-G., e Petrillo, F. (2022). Game engine comparative anatomy. arXiv preprint arXiv:2207.06473.
- von Wangenheim, C. G., Borgatto, A. F., e Costa, J. R. B. (2009). Empirical evaluation of an educational game on software measurement. *Empirical Software Engineering*, 14(4):418–452.
- Wuchty, S., Jones, B. F., e Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, 316(5827):1036–1039.
- Zhang, S. Z., Seemann, M., Joos, R., Suren, M., Fischer, H., e Hofmann, M. (2025). Fostering creativity through game-based approaches: A scoping review. *The Journal of Creative Behavior*, 59(1):e1536.