

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS EM REDE**

EDSON FRANCISCO BORIM KIRCHHOF

**JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Santa Maria, RS

2023

Edson Francisco Borim Kirchof

**JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Maran

Santa Maria, RS
2023

Kirchhof, Edson Francisco Borim

JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL /

Edson Francisco Borim Kirchhof.- 2023.

84 p.; 30 cm

Orientador: Vinícius Maran

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de
Educação, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em
Rede, RS, 2023

1. Sustentabilidade 2. Aprendizagem 3. Dispositivo móvel 4. Meio
ambiente 5. Jogo sério I. Maran, Vinícius
II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo
autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central.
Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, EDSON FRANCISCO BORIM KIRCHHOF, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Edson Francisco Borim Kirchhof

**JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede

Aprovado em 03 de fevereiro de 2023:

Vinícius Maran. Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ísis Samara Ruschel Pasquali. Dra. (UFSM)

Ricardo Machado Ellensohn. Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2023

DEDICATORIA

Dedico essa dissertação a minha família, em especial a minha mãe que me incentivou a começar este concluir o mestrado.

APRESENTAÇÃO

Minha formação acadêmica começou pelo curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental, posteriormente o curso Técnico em Meio Ambiente e a Especialização em Educação Ambiental, todos cursados na Universidade Federal de Santa Maria, com o intuito de associar minha formação aos meus interesses em tecnologia, surgiu a ideia de desenvolver um jogo na temática ambiental.

O Mestrado Profissional em Tecnologias Educacionais em Rede foi a oportunidade de aliar o conhecimento adquirido, no decorrer da formação, com a produção de jogo educacional que viesse contribuir para a disseminação dos conteúdos relacionados à educação ambiental de forma lúdica e divertida.

RESUMO

JOGO SÉRIO COMO FERRAMENTA PARA O AUXÍLIO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

AUTOR: Edson Francisco Borim Kirchhof

ORIENTADOR: Vinícius Maram

Desde do início da organização social humana, o homem vem modificando o planeta de diversas formas, gerando progressos tecnológicos e como consequência podendo surgir problemas ambientais. A educação ambiental é importante para a sociedade como uma forma de ensinar as novas gerações a conviver em harmonia com a natureza, construindo valores sociais, morais e éticos. Jogos sérios são aqueles que recriam situações e problemas da realidade voltados para fins educacionais. O presente trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de um jogo sério para o auxílio da educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental. A proposta contempla a mobilidade e flexibilidade das aprendizagens atuais, bem como a necessidade de materiais lúdicos e desafiadores para crianças com foco na educação ambiental, convertendo-se numa estratégia pedagógica motivadora na construção de conhecimento nos anos iniciais do ensino fundamental. Para o desenvolvimento do jogo, foi utilizado a game engine Constructo 3. O gênero do jogo é um simulador de fazenda com foco em sustentabilidade com escolhas livres. A avaliação do jogo foi realizada com 74 participantes, utilizando uma série de questionários definidos na metodologia MEEGA+, com questionamentos a respeito da usabilidade e experiência do jogador. A avaliação do jogo evidencia resultados positivos e aprovação para ser utilizado como ferramenta auxiliar no ensino da educação ambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Aprendizagem. Dispositivo móvel. Meio ambiente.

ABSTRACT

SERIOUS GAME AS A TOOL TO HELP ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE EARLY YEARS OF ELEMENTARY EDUCATION

AUTOR: Edson Francisco Borim Kirchhof

ORIENTADOR: Vinícius Maram

Since the beginning of human social organization, man has been modifying the planet in different ways, generating technological progress and, as a consequence, environmental problems may arise. Environmental education is important for society as a way of teaching new generations to live in harmony with nature, building social, moral and ethical values. Serious games are those that recreate situations and problems from reality for educational purposes. The present work presents the development process of a serious game to help environmental education in the early years of elementary school. The proposal contemplates the mobility and flexibility of current learning, as well as the need for playful and challenging materials for children with a focus on environmental education, becoming a motivating pedagogical strategy in the construction of knowledge in the early years of elementary school. For the development of the game, the Constructo 3 game engine was used. The game's genre is a farm simulator focused on sustainability with free choices. The game evaluation was carried out with 74 participants, using a series of questionnaires defined in the MEEGA+ methodology, with questions regarding usability and player experience. The evaluation of the game shows positive results and approval to be used as an auxiliary tool in the teaching of environmental education.

Keywords: Sustainability. Learning. Mobile device. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Disponibilidade de recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino fundamental, segundo dependência administrativa	16
Figura 2	Número de matrículas da Educação Básica, segundo a rede de ensino	17
Figura 3	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019	17
Figura 4	Nuvem de palavras	26
Figura 5	Menu inicial do jogo desenvolvido	39
Figura 6	Tela inicial do jogo desenvolvido	39
Figura 7	Diagrama do menu inicial do jogo e seus comandos	40
Figura 8	Diagrama das janelas de créditos ou comandos	41
Figura 9	Diagrama da janela de ranking	41
Figura 10	Diagrama da tela inicial do jogo	42
Figura 11	Diagrama da janela de opções do menu	43
Figura 12	Diagrama da plantação	45
Figura 13	Diagrama da janela da loja ou mochila	45
Figura 14	Diagrama do sistema de plantação e relacionados	46
Figura 15	Diagrama do sistema de caixas de abelha	47
Figura 16	Diagrama do sistema de pastagem	48
Figura 17	Diagrama do sistema da compostagem	49
Figura 18	Diagrama do sistema da interface da composteira	49
Figura 19	Diagrama do sistema da área de proteção ambiental	50
Figura 20	Diagrama do sistema de missões	51
Figura 21	Diagrama do sistema de escolhas	51
Figura 22	Painel de desenvolvedor do itch.io	
Figura 23	Gráficos de informações demográficas	54
Figura 24	Gráficos do nível de escolaridade	54
Figura 25	Gráfico da relação dos cursos com a área ambiental	55
Figura 26	Gráfico de frequência de jogos digitais	56
Figura 27	Gráfico de frequência de jogos não digitais	56
Figura 28	Gráfico de usabilidade	58
Figura 29	Gráfico de experiência do jogador	60
Figura 30	Gráfico de pontos fortes	61
Figura 31	Gráfico de frequência de jogos não digitais	62

TABELAS

Tabela 1 Tabela de filtros de busca

25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Quadro de análise de mecanismos	26
Quadro 2	Quadro de estilos e plataformas dos jogos	31
Quadro 3	Quadro de público alvo das avaliações	32
Quadro 4	Quadro de competências do ensino fundamental	35
Quadro 5	Quadro de competências dos anos iniciais do ensino fundamental	35
Quadro 6	Recursos utilizados	38
Quadro 7	Reações do sol	43
Quadro 8	Pontos fortes do jogo	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EA	Educação Ambiental
MEC	Ministério da Educação
ONU	Organização das Nações Unidas
PNC	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PRONEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	DADOS DO USO DA TECNOLOGIA	17
2.2	EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO MUNDO	20
2.3	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E JOGOS EDUCACIONAIS	22
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	24
3.1	METODOLOGIA DE REVISÃO	24
3.2	FILTRAGEM DE ARTIGOS RELACIONADOS	25
3.2.1	Quais são as Palavras-chave mais utilizadas?	25
3.2.2	Quais as habilidades abordadas e mecanismos utilizados para a solução dos problemas apresentados nos jogos? E qual o resultado esperado disto?	26
3.2.3	Qual o estilo e plataforma utilizada? Quais suas principais características?	30
3.2.4	Qual o público foi utilizado para testar os aplicativos?	32
3.3	DISCUSSÃO SOBRE A RSL	33
4	DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	34
4.1	O EDUCADOR E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	34
4.2	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	37
4.2.1	Ferramentas e Recursos Adicionais	37
4.3	MODELAGEM CONCEITUAL DO JOGO	38
4.3.1	Menu Inicial	40
4.3.2	Tela Inicial	42
4.3.3	Sistema de Plantação	44
4.3.4	Sistema de Caixas de Abelhas	47
4.3.5	Sistema de Pastagem	48
4.3.6	Sistema de Compostagem	48
4.3.7	Sistema de Área de Proteção Ambientas	49
4.3.8	Sistema de Missões	49
4.3.9	Sistema de Escolhas	50
5	AVALIAÇÃO DO JOGO	51
5.1	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	53
5.2	REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A – MANUAL FAZENDA SUSTENTÁVEL	72
	APÊNDICE B – CAPTURAS DE TELA DO JOGO	81

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais contribuem para auxiliar nas tarefas do dia a dia, devido ao isolamento social ao qual a sociedade foi submetida pela crise sanitária mundial do novo Coronavírus, este uso foi maximizado nos últimos dois anos. A partir deste fato foi possível constatar o quanto as tecnologias em rede estão presentes nas atividades diárias, seja nas compras *on-line*, mídias sociais, na comunicação, no trabalho remoto e na educação. As redes conseguem conectar os usuários de modo intenso, sendo *“as redes mais que uma interligação de computadores, são articulações gigantescas entre pessoas conectadas com os mais diferenciados objetivos”* (KENSKI, 2012, p. 34).

Nesse panorama mundial, a educação em todos os níveis e modalidades viu-se forçada, pelas circunstâncias da necessidade do distanciamento social, a aprimorar e inovar os processos de ensino e aprendizagem e, por conta da falta de investimento em tecnologia, falta de internet de boa qualidade, professores desmotivados pelas questões salariais e pela precariedade na infraestrutura escolar, especialmente nas escolas públicas, buscou na tecnologia os recursos para avançar. *“As tecnologias garantem às escolas a possibilidade de se abrirem e oferecerem educação para todos, indistintamente, em qualquer lugar, a qualquer tempo”* (KENSKI, 2012, p. 124).

Já vinha sendo constatado que o sistema de ensino criado nos séculos anteriores necessita de mudanças, e nesse sentido, Prensky (2012) reforça que professores e alunos possuem visões e necessidades diferentes, o sistema estava entrando em colapso, aquilo que precisava ser aprendido demandava interação, descoberta e novas construções.

A partir disso, percebe-se a urgência de investir cada vez mais em tecnologia e na geração de ferramentas capazes de otimizar aprendizagens, ressaltando que o acesso democrático de todos à educação fica seriamente comprometido quando falta investimento em recursos tecnológicos e na disponibilização de rede de internet pública, entretanto, o investimento necessário para democratizar o acesso às tecnologias, *“em termos econômicos, essa escola é cara. Exige investimento maciço em equipamentos, pesquisas permanentes para atualização e o uso intensivo de vários tipos de tecnologias, programas e softwares”* (KENSKI, 2012, p. 124).

A telefonia móvel apresenta potencial para ser usada como uma ferramenta que atinge grande parte da população e poderá ser utilizada para fins educativos, especialmente na

disseminação de conteúdos ambientais, desde que a rede de internet seja cada vez mais expandida e com pontos de acesso gratuitos para a população.

Para Castells (2011), a comunicação sem fio tornou-se o local, no qual, convergem diferentes produtos, como jogos, músicas, notícias e a comunicação instantânea que conecta o usuário as mais variadas atividades, ressalta que a especificidade da comunicação sem fio não é a mobilidade, mas a conectividade perpétua.

Os aparelhos telefônicos são tecnologicamente desenvolvidos para que cada vez mais ocorra a chamada conectividade, neles encontram-se recursos que conectam há diferentes plataformas de interação e formas de comunicação, assim, também formas diferentes de aprendizagem podem ocorrer a partir desse dispositivo, como os jogos digitais.

Os jogos digitais estão presentes no cotidiano dos usuários de celulares, sejam eles adultos, jovens ou crianças. Aliar tecnologia à aprendizagem é um caminho sem volta e nesse futuro, a temática ambiental, tem relevância e urgência de que cada vez mais se estude e propague a educação ambiental (EA).

Para Segura (1997), a EA tem o objetivo de interligar diferentes áreas do conhecimento, ressalta que a intervenção humana no ambiente está ligada a formação e sensibilização para a *“prevenção e solução de problemas socioambientais e de criar formas de existência mais justas e sintonizadas com o equilíbrio do planeta”* (SEGURA, 1997, p. 97).

Neste sentido, a EA passa a ser tratada como um componente essencial na educação através de legislação pertinente, pela Lei ° 9.795 de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental que estabelece a diretriz sobre a EA como os *“processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente”* (BRASIL, 1999, art. 1º).

Alicerçado no contexto apresentado e no cenário da precarização do ensino e falta de ferramentas lúdicas para o uso na educação ambiental, este trabalho busca contribuir com a criação de um material lúdico no intuito de contribuir na disseminação dos conteúdos ambientais.

Assim, a pesquisa tem o seguinte problema: *O desenvolvimento de um jogo para a EA, usando dispositivo móvel, pode contribuir para o ensino dos conteúdos ambientais?*

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um jogo sério para auxiliar a disseminação de conteúdos relacionados à educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar revisão sistemática de literatura referente ao uso de jogos digitais com foco nos conteúdos ambientais;
- b) Modelar conceitualmente um jogo sério com vistas a auxiliar o ensino de conteúdos da EA de modo lúdico nos anos iniciais do ensino fundamental;
- c) Desenvolver um jogo sério para ser utilizado como ferramenta na sensibilização ambiental;
- d) Analisar os dados coletados pelos usuários do jogo
- e) Disponibilizar o jogo para uso pelo público geral.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho está organizada da seguinte forma: A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando os temas Educação Ambiental no Brasil e no mundo; Jogos sérios na educação; Educação Ambiental e jogos educacionais, na Seção 3 a revisão sistemática da literatura com a metodologia e análise dos resultados, na Seção 4 desenvolvimento do jogo sério, suas competências, metodologia e mecanismos, enquanto a Seção 5 trata da avaliação do jogo nos quesitos usabilidade e experiência do jogador, na Seção 6 é apresentada a conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

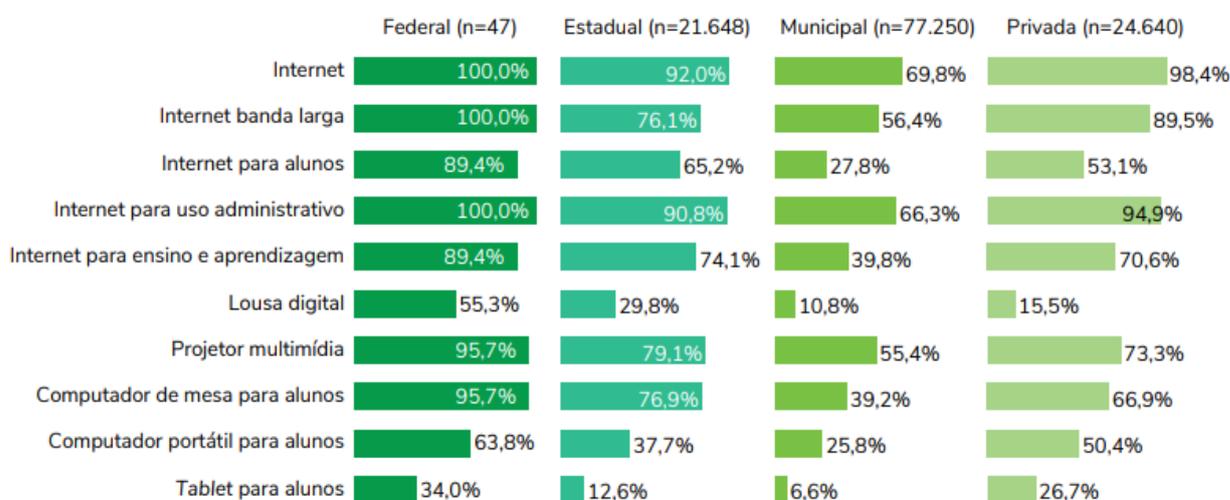
Nesta seção é apresentada a temática da educação ambiental e suas relações com o mundo, e suas interações com o ensino, assim como o uso das novas mídias e tecnologias digitais na educação.

2.1 DADOS DO USO DA TECNOLOGIA

O avanço das tecnologias digitais potencializa as relações sociais, econômicas, educacionais e de trabalho, entretanto, nas instituições públicas de ensino esse avanço é prejudicado pela falta de políticas públicas para investimento em equipamentos, recursos tecnológicos e acesso à *Internet* de banda larga para os alunos.

Os dados do censo escolar, segundo Brasil (2021), mostram a falta de investimento no setor público no aspecto municipal, em contrapartida, o setor privado, investe mais no acesso a rede de *Internet* e recursos tecnológicos, como apresentado na Figura 1. Na esfera federal e estadual os níveis de investimentos são maiores que os do setor privado, porém a base da educação está na esfera municipal que contempla o maior número de escolas.

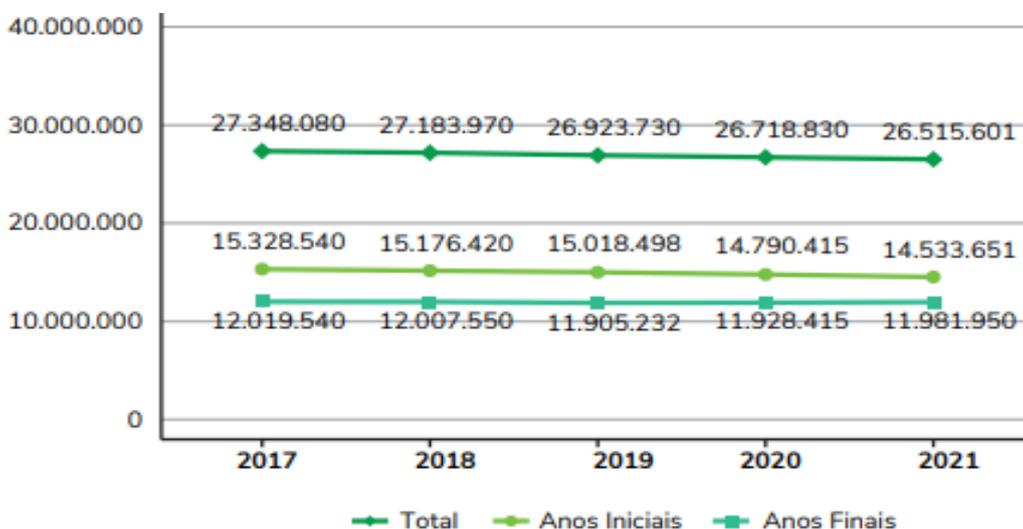
Figura 1 - Disponibilidade de recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino fundamental, segundo dependência administrativa



Fonte: (BRASIL, 2021, p. 55)

Observando os dados, percebe-se a maior fragilidade no âmbito municipal, pelo fato do quantitativo de demanda ser mais alto se comparado às demais redes, como demonstra a Figura 2, referente ao número de matrículas no Brasil.

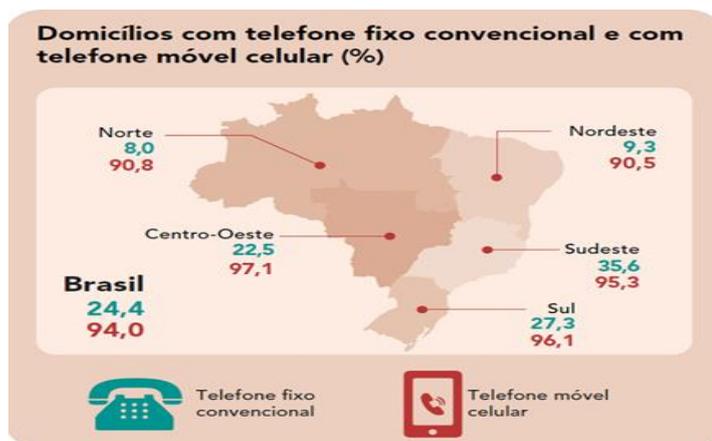
Figura 2 - Número de matrículas da Educação Básica, segundo a rede de ensino



Fonte: (BRASIL, 2021, p. 17)

Estes dados, também indicam uma distância cada vez maior entre as redes de ensino. O setor privado investe em recursos e acesso, enquanto o setor público investe pouco para alavancar uma educação de qualidade. Entretanto, os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019, referente ao acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal, apresenta um expressivo uso da telefonia móvel no país como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019



Fonte: (IBGE, 2019, p. 05)

Neste cenário, apesar do baixo investimento em tecnologias e acesso à *Internet* nas escolas públicas, o uso da tecnologia móvel pela população é expressivo, logo os telefones celulares são recursos tecnológicos possíveis de serem utilizados para fins educacionais, especialmente os jogos digitais com conteúdo específicos, como a educação ambiental.

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO MUNDO

O conceito de educação ambiental está relacionado aos processos de ensino formal e informal, onde os indivíduos constroem seus valores socioambientais para viverem em harmonia com a natureza e a sociedade.

Desde o surgimento do homem em nosso planeta, houve alteração no relevo, no clima, no solo, no ar e nos mares, além da modificação genética de plantas e animais, e a extinção de muitas dessas espécies. Para Krüger (2001) a natureza dominava o homem em seu início, entre 50 a 40 mil anos atrás, tendo apenas o nomadismo sem acumulações de bens como sua forma de sobrevivência; com o surgimento da agricultura, cerca de 10 mil anos atrás, e a partir do domínio das técnicas agrícolas pelos membros da comunidade, o homem tornou-se sedentário, além de desenvolver conceitos sobre organização social e política.

No decorrer da evolução e aprimoramento das práticas de manejo da natureza o ser humano consolidou seu domínio e o uso indiscriminado dos recursos naturais. Nos últimos 200 anos, com a revolução industrial, os processos de degradação do planeta aumentaram de forma exponencial, a uma escala jamais vista desde o surgimento do homem no planeta, mas sim buscar um equilíbrio por meio do desenvolvimento sustentável. Segundo a União das Nações Unidas (1987, p. 41), o conceito de desenvolvimento sustentável é *“aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”* além disto a União das Nações Unidas ainda traz uma agenda mundial para 2030, onde são elencados 17 objetivos para se alcançar o desenvolvimento sustentável, são eles:

- 1) Erradicar a pobreza;
 - 2) Fome zero e agricultura sustentável;
 - 3) Saúde e bem-estar;
 - 4) Educação de qualidade;
 - 5) Igualdade de gênero;
 - 6) Água potável e saneamento;
 - 7) Energia limpa e acessível;
 - 8) Trabalho decente e crescimento econômico;
 - 9) Indústria, inovação e infraestrutura;
 - 10) Redução das desigualdades;
 - 11) Cidades e comunidades sustentáveis;
 - 12) Consumo e produção responsáveis;
 - 13) Ação contra a mudança global do clima;
 - 14) Vida na água;
 - 15) Vida terrestre;
 - 16) Paz, justiça e instituições eficazes;
 - 17) Parcerias e meios de implementação.
- (Nações Unidas no Brasil, 2022, p.1-2)

Estes objetivos, assim como outros projetos mundiais que envolvem a temática ambiental foram criados para proteger e preservar a vida no planeta, para as atuais e futuras gerações. O primeiro passo, para se buscar esse equilíbrio com o planeta, é a real compreensão de que a natureza possui limites, também focar na educação, educar os indivíduos que formam a sociedade, fazendo com que se sensibilizam com o meio, ao qual fazem parte, a partir de experiências, valores e conhecimentos obtidos e vividos por meio de um saber ambiental.

O saber ambiental é uma epistemologia política que busca dar sustentabilidade à vida; constitui um saber que vincula os potenciais ecológicos e a produtividade neguentrópica do planeta com a criatividade cultural dos povos que o habitam. (LEFF, 2009, p. 18)

No Brasil, assim como em outros países, durante sua colonização os aspectos referentes à preservação ambiental foram desprezados em prol da exploração de recursos naturais, é somente a partir da criação da Política Nacional do Meio Ambiente, pela Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que começa a tomar força a preocupação com o meio ambiente, é criado o Sistema Nacional do Meio Ambiente com as diretrizes para todo o território nacional.

Em 1988, com a Constituição, passa a ser assegurada no Brasil a implementação da educação ambiental em todo o território nacional, seja por meios formais ou não formais. A partir da Constituição é criado, em 1994, o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), influenciado pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92), e como parte da Agenda 21, que em seu capítulo 36.3 consta: *“O ensino tem fundamental importância na promoção do desenvolvimento sustentável e para aumentar a capacidade do povo para abordar questões de meio ambiente e desenvolvimento”* (UNCED, 1992, p. 355).

Nas escolas a educação ambiental, está regulamentada desde 1997 quando foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PNC), apoiada posteriormente pela lei nº 9.795 de 27/04/1999, que determina que ela deva ser implementada em todos os níveis de ensino, e a partir disto foi criada a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), regulamentada posteriormente em 2002, e em 2012 se estabeleceu as Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental.

Nesse breve contexto histórico apresentado sobre a educação ambiental, percebe-se que a preocupação com o meio ambiente vem crescendo em escala nacional, pois com o passar dos anos só aumentam os problemas, desastres e crises climáticas e ambientais. No Brasil, através de legislações pertinentes, tem se tratado a temática de forma propositiva, entretanto, a

existência de legislação não garante o cumprimento dos objetivos da lei, sendo assim, é necessário desenvolver estratégias e ações que deem conta da demanda referente a disseminação dos conteúdos relacionados à educação ambiental.

Para a Unesco (1997 apud Nunes e Banha, 2022) a EA objetiva disseminar conhecimento sobre o ambiente, no sentido de sua conservação e uso dos recursos de forma sustentável. Processo este constante, onde toda a sociedade está inserida de forma consciente no trato com o ambiente adquirindo conhecimentos, habilidades, experiências, valores cujos propósitos sejam capazes de agir, seja individualmente ou coletivamente, buscando alternativas e/ou soluções perante os problemas ambientais.

Entretanto, a realidade da escola pública, na qual os conteúdos da EA devem ser inseridos de forma interdisciplinar, as dificuldades enfrentadas pelos profissionais da educação que vão desde das condições de infraestrutura física, de equipamentos e de valorização do trabalho docente, acaba por impactar no resultado efetivo da formação integral de agentes capazes de agir coletivamente frente os problemas ambientais.

2.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E JOGOS EDUCACIONAIS

A produção de jogos educacionais digitais tem se multiplicado nos últimos anos, haja vista o desenvolvimento tecnológico que proporciona aos usuários infinitas possibilidades de acesso e escolha dos jogos. Na área educacional os jogos ou a gamificação vem sendo utilizados com mais frequência com objetivo de ampliar e proporcionar uma aprendizagem significativa. Para Tarouco *et al* (2004, p, 1-2) “*os jogos podem ser ferramentas instrucionais eficientes*”, no sentido que proporcionam ludicidade ao aprendizado, através da diversão e como facilitadores da aprendizagem, além de estimularem as funções mentais e intelectuais de quem joga. Segundo Júnior *et al.* (2020):

Os jogos digitais já são extremamente populares e fomentam uma indústria bilionária no mundo, principalmente para pessoas mais jovens. Porém, não é apenas o ramo do entretenimento que as tecnologias digitais dominam. Elas fazem parte da vida das pessoas a todo momento. Todos estão de alguma forma conectados à internet, seja por meio de smartphones, tablets, computadores ou de qualquer outro dispositivo digital. Aquelas pessoas que ainda não têm acesso a esse tipo de tecnologia já podem ser consideradas excluídas socialmente, já que grande parte das interações sociais é feita pela internet. (JÚNIOR *et al.*, 2020), p. 167)

Os jogos são elementos da cultura humana remanescente dos primórdios da civilização, o que difere para os jogos atuais são aos formatos digitais e as plataformas que podem ser

utilizadas, como: computadores, celulares e similares. As práticas pedagógicas utilizadas na escola se apropriam da ludicidade do jogo para levar até o aluno conteúdos de forma mais dinâmica e prazerosa.

Para Paula e Valente (2015), entretanto, é preciso ter claro que a utilização dos jogos na educação como simples adequação ao ensino formal, não garante aprendizagem. Os jogos por si só não são protagonistas de uma aprendizagem significativa, existem outros fatores que são necessários como planejamento didático, a mediação pedagógica e a adequação ao projeto pedagógico.

Na Educação Ambiental, também é possível ver um crescimento na utilização dos jogos como ferramentas de aprendizagem, mesmo não sendo uma disciplina formal do ensino, ela está presente como tema transversal e utiliza recursos de gamificação para trabalhar as temáticas ambientais.

Coutinho e Alves (2016) em estudo sobre avaliação de jogos digitais com finalidade educativa, ou seja, jogos destinados para a escola, elegem algumas características para um jogo de qualidade: primeiro o jogo precisa ser acessível de fácil compreensão, no sentido de que nem todos os usuários são jogadores, especialmente no ambiente escolar; o jogo deve ser capaz de mobilizar os sentidos, envolver e proporcionar uma relação agradável; e por último o jogo precisa apresentar premissas como a *“resolução de problemas, compreensão e gerenciamento da própria aprendizagem”* (COUTINHO e ALVES, 2016, p.10).

Entretanto, a utilização de jogos pela humanidade ultrapassa o sentido da aprendizagem, pois o jogo é divertimento e envolve tanto o físico quanto o psicológico do jogador. Para Huizinga (2000), desde da sociedade primitiva o jogo apresenta características lúdicas que são consolidadas no decorrer da evolução social, constituindo fundamental importância para as civilizações, afirma que *“o jogo é uma função da vida, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos”* (HUIZINGA, 2000, p. 9) e, portanto, cabe somente caracterizá-lo. O mesmo autor ressalta que o *“jogo é uma atividade voluntária”*, no qual estão presentes todas as *“características lúdicas: ordem, tensão, movimento, mudança, solenidade, ritmo, entusiasmo”* (Ibid, p. 16).

Lemos (2007) afirma que os jogos na sociedade atual se apresentam em diferentes formatos, sendo o digital o mais utilizado. O usuário está imerso no que denomina de territórios informacionais nos quais existe uma ampla mobilidade proporcionada pela tecnologia móvel ou tecnologias sem fio. Assim o século XXI já dá uma mostra do que será a comunicação nos próximos anos, a tecnologia móvel conduz para múltiplas possibilidades de interação, das

transações comerciais ao entretenimento. O distanciamento físico deixa de ser um problema para a interação, visto que as cidades passam a ser territórios informacionais, no qual o usuário acessa, produz e distribui informação em tempo real.

A aprendizagem móvel, *mobile learning*, proporcionada pelo uso de dispositivos móveis está associado “à lógica da mobilidade e da flexibilidade” (OKADA et al., 2014, p.164) e avança na perspectiva do processo educacional para “*novas formas de expressão, comunicação e interação por meio de atividades colaborativas e estimulantes das múltiplas competências cognitivas, como ler, escrever, pesquisar, sintetizar, analisar, avaliar(...)*” (Ibid, p. 164).

Os jogos digitais, representam “*um dos meios mais efetivos e factíveis de alterar o processo de ensino aprendizagem*” (PRENSKY, 2012, p.38), pois são meios que chamam a atenção das gerações X, Y, Z¹ e posteriores para novas formas de aprender. Ainda, “*a aprendizagem baseada em jogos digitais trata precisamente da diversão, do envolvimento e da junção da aprendizagem séria ao entretenimento interativo em um meio recém-surgido e extremamente empolgante - os jogos digitais para aprendizagem*” (Ibid, p. 41)

2.4 JOGOS SÉRIOS NA EDUCAÇÃO

O termo jogos sério é utilizado para delimitar uma forma de jogo, voltado para fins educacionais ou de treinamento, tanto em escolas como em instituições de treinamento civil e militar. Diferente de outras mídias utilizadas na educação e treinamento. Dentro de um jogo sério o jogador está ativamente envolvido e imerso em uma experiência onde suas ações e decisões determinam o rumo da história. Neste contexto, os jogos sérios podem auxiliar com novas formas de aprendizagem. Para que isso seja efetivo, de acordo com Prensky (2012) é necessário que jogos sérios possuam objetivos e consequências, assim como regras.

São as regras que diferenciam os jogos de outros tipos de brincadeiras. Provavelmente, a definição mais básica de jogo é uma brincadeira organizada, isto é, uma brincadeira com regras. Quando não há regras, o que existe é uma brincadeira livre, não um jogo. (PRENSKY, 2012, p. 173)

¹ Geração X é caracterizado por pessoas nascidas nos anos 1960 e 1970. A Geração Y, são pessoas nascidas nos anos 1980 e a metade dos anos 1990, enquanto a Geração Z são os indivíduos nascidos por volta de meados dos anos 1990 e década de 2000 em diante. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Gera%C3%A7%C3%A3o>

Segundo Carvalho (2015) a *Game-Based Learning* (GBL) é uma metodologia pedagógica que foca no desenvolvimento e utilização de jogos na educação, sendo assim, se integra dentro da forma de um jogo sério, cujo objetivo não é o entretenimento, mas sim o aprendizado.

Para Rocha, Bittencourt e Isotani (2015) os jogos sérios são aqueles que recriam situações do mundo real usando as tecnologias dos jogos digitais com a finalidade de ensinar um conteúdo específico, e, portanto, não se enquadram unicamente no escopo dos jogos de entretenimento, mas também não descartam essa possibilidade. Devem “*ter elementos fundamentais que garantem o sucesso dos jogos, tais como, regras, estratégias, desafios, recompensas, níveis e feedback contínuo*” (ROCHA, BITTENCOURT e ISOTANI, 2015, p. 693).

Diferentemente da gamificação, onde são utilizados alguns elementos de jogos como disputas por pontos para alcançar um ranking mais alto ou alcançar determinada recompensa, tem a intenção de tornar o processo ou cotidiano de determinado indivíduo mais lúdico e interessante, sendo, normalmente integrado em processos da vida cotidiana como em escolas ou empresas para aumentar o engajamento dos participantes.

Os jogos dirigidos ao ensino não refletem diretamente o ensino tradicional. Não se trata de reproduzir conceitos ou transportar conteúdos disciplinares de um suporte como livro didático para a tela de um monitor, mas de permitir que um aluno-jogador aprenda conceitos, desenvolva capacidades e modos típicos de raciocínio de uma área do saber e elabore compreensão de modo indireto, até mesmo sem perceber. (ZELTER et al., 2020, p. 86)

Os jogos sérios demandam situações que reproduzam o mundo real com o objetivo de uso intencional para ensino e aprendizagem, para isto a validação é segundo Rocha, Bittencourt e Isotani (2015, p. 695) um desafio, visto que “*podem ter diferentes propósitos: validar o modelo de simulação; o jogo sério como instrumento de aprendizagem e avaliação; o software ou a interface, etc*”. Portanto, avaliação é necessária uma vez que irá determinar o êxito do uso específico e intencional.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Nesta seção será abordado a metodologia utilizada para criar as questões de pesquisa, a *string* de busca utilizadas, filtros de seleção e os repositórios utilizados, assim como da análise dos trabalhos selecionados.

3.1 METODOLOGIA DE REVISÃO

A metodologia utilizada na pesquisa foi a abordagem qualitativa que, segundo Gibbs (2009), visa a aproximação com a realidade, analisando as experiências e vivências dos indivíduos e grupos, examinando suas interações, comunicações e documentos, sendo assim buscando entender como as pessoas constroem suas relações com o meio, pretende “*abordar o mundo “lá fora” (não em contextos especializados de pesquisa, como os laboratórios) e entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais “de dentro” de diversas maneira diferentes*” (GIBBS, 2009, p.8).

Assim, para implementar a revisão sistemática de literatura, de acordo com o objetivo traçado, foi utilizada a pesquisa exploratória. De acordo com Gil (2010) a mesma viabiliza maior proximidade com o problema e pode usar diferentes fontes para coleta de dados, neste caso, foi realizado um levantamento bibliográfico para sumarizar o estado da arte das pesquisas realizadas sobre jogos digitais abordando a temática da educação ambiental. Foram definidas as seguintes questões de pesquisa para iniciar o processo:

- a) Quais são as Palavras-chave mais utilizadas?*
- b) Quais as habilidades abordadas e mecanismos utilizados para a solução dos problemas apresentados nos jogos? E qual o resultado esperado disto?*
- c) Qual o estilo e plataforma utilizada? Quais suas principais características?*
- d) Qual público foi utilizado para testar os aplicativos?*

Para responder os questionamentos foram aplicados filtros na seleção dos artigos relativos ao desenvolvimento de jogos com a temática ambiental nos últimos 5 anos.

3.2 FILTRAGEM DE ARTIGOS RELACIONADOS

A pesquisa bibliográfica transcorreu a partir de uma busca de artigos científicos (completos e em andamento) encontrados nos repositórios da Science Direct², ACM DL³ e IEEE Xplore⁴. A escolha por estes repositórios se deve a pesquisas recentes de Silva & Maranhão (2020) e Nascimento et al. (2021), que demonstraram quantidade relevante de trabalhos relacionados com o uso das tecnologias na educação.

A *string* definida para a busca foi ("*environmental education*") AND ("*digital game*" OR "*electronic game*" OR "*gamification*" OR "*m-learning*" OR "*serious games*" OR "*mobile learning*" OR "*game-based learning*" OR "*game-based learning*") as buscas foram feitas em inglês para abranger a maior quantidade de artigos, contendo os termos “educação ambiental” e “jogos digitais, jogos eletrônicos, gamificação, aprendizagem móvel, jogos sérios ou aprendizagem baseada em jogos”, com a utilização de dois pré-filtro: data de publicação entre 2016 e 2021, e apenas artigos de pesquisa. No final da aplicação foram obtidos 62 artigos. Após a leitura do resumo desses artigos, foram selecionados 14 artigos que continham a temática que se pretende analisar, conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Tabela de filtros de busca

Repositórios	Geral	Data de publicação 2016/2021	Artigos de pesquisa	Leitura de resumo
Science Direct	97	50	42	4
ACM DL	24	16	10	4
IEEE Xplore	6	10	10	5
Total	137	76	62	14

Fonte: Autor, 2022

A primeira análise dos artigos foi a tabulação de uma planilha dividida por repositório com os artigos de cada um, onde continha os seguintes dados: Título, Autor, ano, banco de dados, publicado em palavras-chave e resumo. A partir da análise dessas tabelas, foram selecionados 14 artigos no mesmo domínio de aplicação desta dissertação: um jogo em desenvolvimento, desenvolvido ou testado por terceiros, que tratasse sobre o meio ambiente, as

² <https://www.sciencedirect.com/>

³ <https://dl.acm.org/>

⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/>

Quadro 1: Quadro de análise de mecanismos

Artigo	Habilidades abordadas	Mecanismo utilizado	Meta	Objetivo aplicativo	esperado do
(SANTOS; SOUZA; SILVA, 2016)	Interação social	Votação (curtidas) de outros usuários	Subir ranking usuários	no de educacional e preservação do meio ambiente	
(NUNES et al., 2016)	Abordagens multidisciplinares em fases diferentes	Pontuação por ações realizadas	Manter a pontuação mínima para avançar de fase	Incentivar o comportamento sustentável e a preservação do meio ambiente	
(NUNES; NISI; RENNERT, 2016)	Escolhas e ações	Perde ou ganha pontos, com base na consequência da ação tomada.	Interação com o meio ambiente	Aumentar a conscientização para as questões ambientais	
(HUANG; CHEN; CHOU, 2016)	Interação com plantas	Realidade aumentada	Interação com o meio ambiente	Aumentar o apego emocional e o interesse pela ecologia	
(ROSSANO; ROSELLI; CALVANO, 2017)	Compreensão da realidade	Quando o personagem come peixes, o jogador recebe pontos positivos, ao comer resíduos o jogador recebe pontos negativos, e perde velocidade.	Subir ranking usuários	no de Fomentar a consciência ecológica marinha	
(POLYS et al., 2017)	Realização de tarefas	Caça ao tesouro	Encontrar o sapo	Aumentar a consciência ambiental	
(MARCONI et al., 2018)	Participação e cooperação	Mapeamento por GPS	Alcançar objetivos propostos periodicamente referentes ao deslocamento urbano	Influenciar para o transporte mais sustentável	
(LO; LAI, 2019)	Interação com plantas	Realidade aumentada	Interação com o meio ambiente	Conservação ecológica e educação ambiental	
(CHUNG-SHING; YAT-HANG; AGNES, 2020)	Tomada de decisões	Pontuação por ações realizadas	Desenvolver o ecoturismo	Aumentar o conhecimento sobre a gestão e o desenvolvimento do ecoturismo	

(TSAI et al., 2020)	Gestão recursos tomada decisões	de e de	Índice de felicidade	Manter o índice de felicidade alto	Auxiliar na aprendizagem sobre desastres naturais e como combatê-los
(JANAKIRAMAN; WATSON; WATSON; NEWBY, 2021)	Gestão recursos tomada decisões	de e de	Cidade interativa 3d	Desenvolver o sistema energético de uma cidade	Aumentar o nível de conscientização sobre os problemas energéticos
(COGHLAN; CARTER, 2020)	Tomada decisões	de	Cultivo de corais	Proteção do coral de recifes	Ser uma experiência extra para turistas
(PRIYADARSHINI et al., 2021)	Tomada decisões	de	Créditos mais altos são dados a escolhas mais sustentáveis, e menores para escolhas menos sustentáveis.	Manter o medidor de Carbono dentro de um limite permitido.	Ajudar os usuários a compreender os temas relativos a pegada de carbono e ações sustentáveis em seu cotidiano

Fonte: (Autor, 2022)

Pode-se dividir os trabalhos apresentados no quadro acima em grupos como de aplicativos baseados no uso de informações do Sistema de Posicionamento Global (GPS) com e sem uso de realidade aumentada. Lo e Lai (2019) desenvolveram um aplicativo de interação baseado em realidade aumentada para a aprendizagem de espécies de flora de um campus estudantil, através de um dispositivo móvel com sistema GPS é possível obter informações sobre as espécies, além de links para atrações próximas.

Huang, Chen e Chou (2016) desenvolveu um aplicativo móvel de realidade aumentada para ser utilizado em parques ou ambientes naturais, ao apontar a câmera a uma espécie de planta, o usuário recebe informações referentes a ela, assim como em Lo e Lai (2019). No estudo de Huang, Chen e Chou (2016) os resultados obtidos revelam, que o uso de tecnologias de realidade aumentada, tem impacto emocional maior dos participantes com os temas propostos, gerando uma conexão de aprendizagem maior se comparado com meios convencionais.

Em Polys *et al.* (2017) a partir de dados reais de GPS e mapeamento 3D, o grupo reconstruiu o campus da universidade para criar um jogo de caça ao tesouro, o tesouro em questão são 16 sapos, que foram escondidos em locais onde tem uma bacia hidrográfica, com isto o grupo teve como pretensão mudar a percepção dos usuários do campo quanto às questões ambientais hídricas.

Marconi et al. (2018) propôs uma intervenção com crianças utilizando um aplicativo de interface baseado em GPS com elementos de gamificação para sensibilizar sobre o transporte

sustentável, as crianças durante as semanas marcavam seus trajetos e de que forma o fizeram, o uso do aplicativo se estendeu por 3 meses, onde houve melhora na percepção das crianças quanto a mobilidade urbana sustentável, e influenciaram as famílias a adotarem transportes mais sustentáveis para suas rotinas.

Nos tempos atuais o uso das redes sociais é cada vez mais frequente, por isso em Santos, Souza e Silva (2016), o grupo de pesquisa desenvolveu um aplicativo baseado em redes sociais com interações de aplicativos de mapeamento por GPS onde os usuários interagem entre si, a partir de postagens referentes a problemas ambientais urbanos encontrados no seu cotidiano, com isto pretende-se aumentar a sensibilização para a proteção e conservação do meio ambiente. O aplicativo usa como incentivo o mecanismo de curtidas⁵ entre usuários para classificar as postagens mais relevantes, fazendo com que o usuário suba no *ranking*, além disso é utilizado um sistema de prêmios e medalhas que podem ser expostas no perfil do usuário.

Em geral, a grande maioria das propostas foi relacionada a criação de jogos baseados em protagonistas que devem de certa forma realizar ações, e estão sujeitos a consequências para estas ações, para Priyadarshin *et al.* (2021) a educação ambiental fica limitada aos meios convencionais de educação como livros, documentários, vídeos ou animações, a poucos jogos digitais educacionais desenvolvidos para se trabalhar temáticas relacionadas a educação ambiental, o artigo em questão aborda o desenvolvimento e teste do jogo *Carbon Warrior*, que tem como pretensão ensinar sobre a pegada de carbono, e como isso influencia a sustentabilidade.

O jogo *Carbon Warrior* foi desenvolvido sobre o ponto de vista pedagógico para crianças e adolescentes do ensino fundamental e médio na Índia, o jogo utiliza uma escola de pontuação baseada nas escolhas dos usuários, escolhas mais sustentáveis geram mais créditos de carbono, a moeda do jogo. Entre os 10 cenários estipulados no jogo, o jogador ainda conta com um botão de ajuda para a tomada de decisões e um feedback após o término do cenário.

Em Nunes *et al.* (2016) foi um jogo desenvolvido com a premissa de ser educacional multidisciplinar que contém conteúdo de geografia, língua portuguesa, ciências, matemática e educação ambiental, a escolha de diferentes etnias e gêneros para os protagonistas, a fim de promover a inclusão e a diversidade. O jogo é baseado em 3 fases onde o jogador lida com situações diversas como separação de resíduos, aproveitamento de resíduos e a redução da

⁵ As imagens do mundo digital sofrem uma tendência a ser virais, espalham-se e são visualizadas por milhares de pessoas através de ferramentas como “curtidas” e compartilhamentos. (MACEDO, 2017, p.4)

geração de resíduos, sendo assim o jogo tem como base principal o uso dos 3R (reduzir, reutilizar e reciclar), apesar dos níveis das fases estarem inversos a lógica dos 3R.

Em Chung-Shing, Yat-Hang e Agnes (2020) o grupo de pesquisa utilizou jogo baseado em uma comunidade indígena da região amazônica no Peru, onde os usuários tomam as decisões locais que influenciam na vida local e no estado de conservação e preservação da floresta ao redor. O usuário é colocado no papel de decidir como deve ser abordado o ecoturismo na região, não há mecanismo de perda ou vitória, mas a cada cenário concluído o jogador recebe um *feedback* das consequências de suas ações. Coghlan e Carter (2020) escolheram como cenário um ecossistema de recife de corais, onde os jogadores interagem com os processos ecológicos presentes em um recife de coral, e suas ações podem ajudar ou prejudicar esse ecossistema.

Em Janakiraman, Watson, Watson e Newby (2021), o grupo de pesquisa utilizou um jogo de construção e evolução de cidades baseado na gestão de recursos, com foco nas questões energéticas de produção e sua relação com o meio ambiente. O objetivo era analisar se os jogos digitais podem ser utilizados para aumentar as atitudes e comportamentos ambientalmente corretos.

De forma similar Tsai *et al.* (2020) desenvolveu um jogo de interface 3D para computador com o intuito de prevenir desastres ambientais, dentro do jogo, o usuário deve tentar conseguir a maior pontuação possível, para isto eles devem considerar vários fatores que influenciam o jogo, tais como dinheiro, tempo, interesse pessoal e interesse público, assim devendo proteger a cidade contra inundações em um estilo de jogo *Tower Defense*, a pesquisa demonstrou que o uso de jogos sérios aumentou a aprendizagem comparado a métodos convencionais.

No ensino os jogos também podem ser utilizados em conjunto com outros recursos de mídias digitais como em Rossano, Roselli e Calvano (2017) uma abordagem utilizando um jogo sério em combinação com um vídeo explicativo, poderia auxiliar na aprendizagem e compreensão dos alunos quanto a temáticas ambientais marinhas, mais especificamente na poluição dos mares, o estudo demonstra que a maioria dos alunos gostou da abordagem, sendo que 82,6% relataram terem aprendidos novos conhecimentos, e 97,8% afirma que a abordagem de aprendizagem é eficaz.

Outro grupo de aplicativos giram em torno de histórias baseadas na realidade de comunidades locais. Nunes *et al.* (2016) diferentemente dos outros aplicativos mencionados em outros artigos, o grupo de pesquisas desenvolveu a produção de forma diferente, criando um

design colaborativo, ouvindo uma população local de pescadores para ter como base seu jogo, tanto na parte da história, na tomada de decisões e nas ações dentro do jogo. Com isto o protótipo apresentando teve uma boa aceitação pela comunidade local, seu objetivo era o de auxiliar no entendimento de como as ações individuais de cada pessoa podem afetar o meio ambiente e o coletivo.

3.2.3 Qual o estilo e plataforma utilizada? Quais suas principais características?

Dos 14 jogos analisados pela RSL, jogos baseados em cenários ou de plataforma, tem interfaces similares e funcionalidades de mecânicas similares, enquanto jogos baseados em cidades virtuais possuem mais recursos interativos e complexidade para serem produzidos.

Segundo Prensky (2012, p. 172) os jogos apresentam elementos estruturais, que se percebe nos diferentes jogos apresentados, todos apresentam regras, metas, resultados, desafios, interação e um enredo, essas são as principais características que devem estar presentes nos jogos. No Quadro 2 é apresentada a sumarização dos trabalhos pesquisados em relação a plataforma e estilo.

Quadro 2: Quadro de estilos e plataformas dos jogos

Artigo	Nome	Plataforma	Estilo
(PRIYADARSHINI et al., 2021)	Carbon Warrior	Não informada	Jogo de cenários
(SANTOS; SOUZA; SILVA, 2016)	MEIO	Aplicativo móvel com sistema Android, com acesso a GPS e internet	Rede social gamificada
(NUNES et al., 2016)	Protegendo a Terra	Aplicativo móvel com sistema Android.	Cidade virtual 3d
(ROSSANO; ROSELLI; CALVANO, 2017)	SeAdventure	Computador	Jogo de plataforma
(LO; LAI, 2019)	Campus Tree Guide	Aplicativo móvel com sistema Android, com acesso a GPS e internet	Guia interativo baseado em realidade aumentada
(NUNES; NISI; RENNERT, 2016)	beEco	Aplicativo móvel e HTML 5	Jogo de plataforma

(MARCONI et al., 2018)	Kids-Go-Green	Aplicativo WEB	Mapa de transporte gamificado
(POLYS et al., 2017)	3D Blacksburg	Computador	Caça ao tesouro
(CHUNG-SHING; YAT-HANG; AGNES, 2020)	Não informado.	Computador	Jogo de cenários
(HUANG; CHEN; CHOU, 2016)	Não informado.	Dispositivo móvel com sistema Android	Jogo de realidade aumentada
(JANAKIRAMAN; WATSON; WATSON; NEWBY, 2021)	EnerCities	Computador	Cidade virtual 3d
(TSAI et al., 2020)	Battle of Flooding Protection	Computador	Defesa de torre
(COGHLAN; CARTER, 2020)	Não informado.	Dispositivo móvel com sistema Android	Jogo de cenários

Fonte: (Autor, 2022).

3.2.4 Qual o público foi utilizado para testar os aplicativos?

Dentro dos trabalhos analisados o público alvo utilizado para os testes foi bem variado, tanto em número de participantes, quanto em relação a idade e escolaridade. O Quadro 3 apresenta o comparativo das informações extraídas dos artigos, referentes às amostras de usuários.

Quadro 3: Quadro de público alvo das avaliações

Artigo	Amostra de usuários	Escolaridade
(PRIYADARSHINI et al., 2021)	15	Ensino médio
(SANTOS; SOUZA; SILVA, 2016)	Não definido	Não definido
NUNES, Eunice PS et al.	10	Ensino fundamental
(ROSSANO; ROSELLI; CALVANO, 2017)	46	Ensino fundamental

(LO; LAI, 2019)	Não definido	Não definido
(NUNES; NISI; RENNERT, 2016)	154	Não definido
(MARCONI et al., 2018)	93	Ensino superior e ensino fundamental
(POLYS et al., 2017)	84	Não definido
(CHUNG-SHING; YAT-HANG; AGNES, 2020)	66	Nível superior
(HUANG; CHEN; CHOU, 2016)	21	Ensino médio
(JANAKIRAMAN; WATSON; WATSON; NEWBY, 2021)	94	Ensino superior
(TSAI et al., 2020)	67	Ensino superior
(COGHLAN; CARTER, 2020)	34	Não definido

Fonte: (Autor, 2022).

3.3 DISCUSSÃO SOBRE A RSL

A pesquisa realizada demonstrou que jogos digitais estão presentes na Educação Ambiental na forma de diferentes estilos de jogos, com diferentes abordagens e temas referentes ao meio ambiente.

Todas as pesquisas apresentaram as premissas básicas para criação de jogos, também evidenciou uma grande variedade de temáticas abordadas, além das múltiplas plataformas utilizadas para o desenvolvimento de jogos, sendo predominante a utilização de dispositivos móveis.

De modo geral os estudos trouxeram contribuição para futura confecção de jogos digitais para a educação ambiental, seja pelas diferentes maneiras de abordagem das temáticas, e também pelo estilo dos jogos e resultados apresentados.

Porém durante a leitura dos trabalhos relacionados os aplicativos mostrados foram criados ou testados com um público muito específico em assuntos bem limitados, sendo assim um escopo pequeno dentro de todas as possibilidades relacionadas a educação ambiental, o desenvolvimento do jogo sério apresentando aqui neste trabalho tem a intenção de ser um

aplicativo disponível para utilização de professores e alunos com uma variedade maior de opções de trabalho, ou seja o professor pode utilizar ele como uma ferramenta coringa na sala de aula, adequando seu significado e uso conforme a necessidade.

A principal característica que difere jogo aqui desenvolvido é, não possuir um final determinado ou meta a ser alcançada, a proposta do jogo é ser totalmente aberto em suas ações e escolhas. Sendo assim o jogador pode alcançar diferentes níveis de percepções e com o auxílio do professor pode compreender melhor elas.

4 DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Esta seção aborda o desenvolvimento do jogo, está dividida em 3 subseções, a primeira trata da escolha de diretrizes utilizadas para o planejamento do jogo, a segunda da metodologia do desenvolvimento, e por fim, a terceira, sobre a modelagem conceitual do jogo.

4.1 O EDUCADOR E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental começa com o educador, porém é necessário fomentar materiais para que isso seja possível, o educador por si só dentro da sua ampla demanda de afazeres na escola, muitas vezes pode acabar por ficar sem formas de se atualizar ou de produzir materiais inovadores e novos para os alunos.

O educador é uma referência na formação do aluno, é ela quem deverá transmitir metodologias para serem abordadas com o objetivo de enriquecimento e construção do saber. O educador precisa estar em constante renovação, atualizando seus conhecimentos [...] (FERREIRA; PEREIRA; BORGES, 2013, p. 112)

De acordo, com as políticas públicas estabelecidas no Brasil, a educação ambiental deve ser trabalhada em todos os níveis de educação de forma interdisciplinar e transversal com esse intuito o desenvolvimento do jogo aqui proposto tem como foco não apenas uma determinada idade ou ano escolar, podendo ser utilizado ou adaptado para diferentes usos, principalmente dentro do ensino fundamental. Na próxima seção será mostrado quais competências estabelecidas pelo MEC podem se encaixar para utilizar o jogo proposto.

Ainda que a EA não possa ser inserida como uma disciplina no currículo escolar, a mesma deve ser abordada pelo educador de maneira interdisciplinar como previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) com o propósito de relacionar a vida do aluno com a educação ambiental de uma forma prazerosa e dinâmica. (FERREIRA; PEREIRA; BORGES, 2013, p. 105).

O uso das novas tecnologias associadas a educação vem crescendo no Brasil e no mundo, novas formas de educar precisam de novos educadores, através disso

Os conteúdos de Meio Ambiente serão integrados ao currículo através da transversalidade, pois serão tratados nas diversas áreas do conhecimento, de modo a impregnar toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, criar uma visão global e abrangente da questão ambiental. (BRASIL, 1997, p. 37).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que define um conjunto de diretrizes para estabelecer, ao longo das etapas da educação básica, quais habilidades os educandos devem desenvolver em seu aprendizado. O Jogo proposto está relacionado a área de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, no Quadro 4 e 5 foram selecionadas as diretrizes base para o desenvolvimento do jogo sério.

Quadro 4 -Quadro de competências do ensino fundamental

Ciências da Natureza do Ensino Fundamental:	
Competência 3	Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
Competência 6	Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
Competência 8	Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Fonte: (Autor, 2022).

Ainda dentro dos anos iniciais de aprendizagem do ensino fundamental, destacamos outras competências específicas com seus códigos que foram utilizadas para o desenvolvimento do jogo (Quadro 5).

Quadro 5 – Quadro de competências dos anos iniciais do ensino fundamental

1º ANO	
Código (EF01CI01)	Comparar características de diferentes materiais presentes em objetos de uso cotidiano, discutindo sua origem, os modos como são descartados e como podem ser usados de forma mais consciente.
Código (EF01CI05)	Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.
Código (EF01CI06)	Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.
2º ANO	

Código (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 vivem.
Código (EF02CI05)	Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.
Código (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.
3º ANO	
Código (EF03CI10)	Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.
Código (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 vivem.
Código (EF02CI05)	Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.
Código (EF03CI06)	Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pêlos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.).
4º ANO	
Código (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.
Código (EF04CI06)	Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental deste processo.
5º ANO	
Código (EF05CI03)	Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.
Código (EF05CI04)	Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos.
Código (EF05CI05)	Construir propostas coletivas para um consumo mais consciente e criar soluções tecnológicas para o descarte adequado e a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos na escola e/ou na vida cotidiana.

Fonte: (Autor, 2022).

As competências citadas se inserem no jogo proposto, visto que, apresenta ações e etapas que abordam a questão do uso do solo e da água entre outros com a finalidade de

conscientizar para geração de ações e atitudes sustentáveis. Na próxima seção será debatido a metodologia utilizada para o desenvolvimento e as ferramentas e recursos utilizados.

4.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do jogo foi utilizado a *game engine Construct 3*⁶ em sua versão paga, pois em sua versão gratuita não é possível exportar o jogo para a versão de Android além de ter algumas limitações quanto a quantidade de códigos a serem escritos. A escolha desta *game engine* se deve ao fato de que possui uma lógica de programação baseada em Javascript através de blocos de eventos, além disto ainda foi necessário a utilização de outros softwares e repositórios que serão citados posteriormente. Para o desenvolvimento do esboço do jogo, primeiramente foram estruturados diagramas contendo as ações e objetivos que o jogador deve realizar durante o jogo, baseados nas competências de ciências da natureza dos anos iniciais do ensino fundamental, estes pontos serão mostrados Seção 4.3 de forma mais detalhada.

O jogo foi projetado para criar experiência interativa, com conceitos simples, baseado em ações de plantio com foco na educação ambiental, também, junto ao jogo, foi desenvolvido um manual de operação⁷ do jogo (APÊNDICE A), além da criação de um blog⁸ com links de alguns conteúdos que aparecem no jogo.

O manual orienta o usuário na dinâmica do ato de jogar, sendo construído com a mesma temática de cores e estilos utilizados no jogo, nas próximas seções serão abordados especificamente o desenvolvimento do jogo.

4.2.1 Ferramentas e Recursos Adicionais

Para o desenvolvimento das músicas e gráficos do jogo, a escolha foi a utilização de repositórios online como o *itch.io*⁹ onde é possível encontrar pacotes de *game assets* gratuitos e pagos, para o jogo foi utilizado alguns pacotes pagos criados pelo *Studio ClockWork Raven* e

⁶ <https://www.construct.net/en>

⁷ Representa o manual de operação de um determinado produto ou artefato, definindo os procedimentos para a operação do mesmo (um software, um artefato tecnológico, o manual de um jogo, etc.). Usualmente, o manual vai direto ao assunto, trazendo as informações básicas sobre cada operação que pode ser realizada com aquele artefato. (CORDENONSI, A.Z, 2021 p.13)

⁸ <https://fazendasustentavelojogo.blogspot.com/>

⁹ <https://itch.io/>

Vexed, possuindo uma licença de uso para fins comerciais ou não, e passíveis de modificação, os créditos pelos *game assets* utilizados estão no menu do aplicativo.

Porque os modelos bem-sucedidos de entretenimento podem ser remodelados de forma relativamente fácil, ou porque pequenas equipes produziram jogos de aprendizagem excelentes. (PRENSKY, 2012, p. 140).

Na escolha da música de fundo do jogo, foi utilizada do artista *Dieter Van Der Vesten*, chamada *Paris Gipsy Swing*, o artista atribuiu a ela a licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0), sendo assim pode ser utilizada dentro do jogo sem modificações e dando os devidos créditos pela mesma. Os sons da base do jogo foram retirados e modificados de repositório gratuito *FreeSound*. No Quadro 6 são sumarizadas as ferramentas e recursos utilizados no desenvolvimento jogo sério.

Quadro 6 - Recursos utilizados

Nome	Tipo	URL
Paint.net	Editor de imagens	https://www.getpaint.net/
Give Your Fonts Mono	Editor de fontes	https://www.construct.net/en/forum/game-development/tools-and-resources-27/sprite-font-generator-v3-64038
Construct 3	Game engine	https://www.construct.net/
Dieter Van Der Vesten	Repositório	https://freemusicarchive.org/music/dieter-van-der-westen/
ClockWorl Raven Studios	Repositório	https://clockworkraven.itch.io/
Vexed	Repositório	https://v3x3d.itch.io/
Efeitos sonoros	Repositório	https://freesound.org/
Firebase	Banco de dados	https://firebase.google.com/

Fonte: (Autor, 2022).

4.3 MODELAGEM CONCEITUAL DO JOGO

A escolha do gênero foi *simulador*, sendo assim permitindo que o jogador esteja inserido dentro do ambiente. A visão de escolha foi a de primeira pessoa utilizando elementos 2D em estilo de *Pixel Art*, no qual o jogador deve por meio de suas ações cuidar de uma fazenda sustentável, como por exemplo na parte de plantio quando o jogador utiliza apenas 1 espécie (monocultura) o sistema de pontuação recebido é menor, enquanto ao utilizar mais espécies a

pontuação é exponencialmente aumentada. Nas figuras 5 e 6, são apresentados o menu inicial e a tela inicial, executados em um celular com sistema *Android*.

Figura 5: Menu inicial do jogo desenvolvido



Fonte: (Autor, 2022).

Figura 6: Tela inicial do jogo desenvolvido



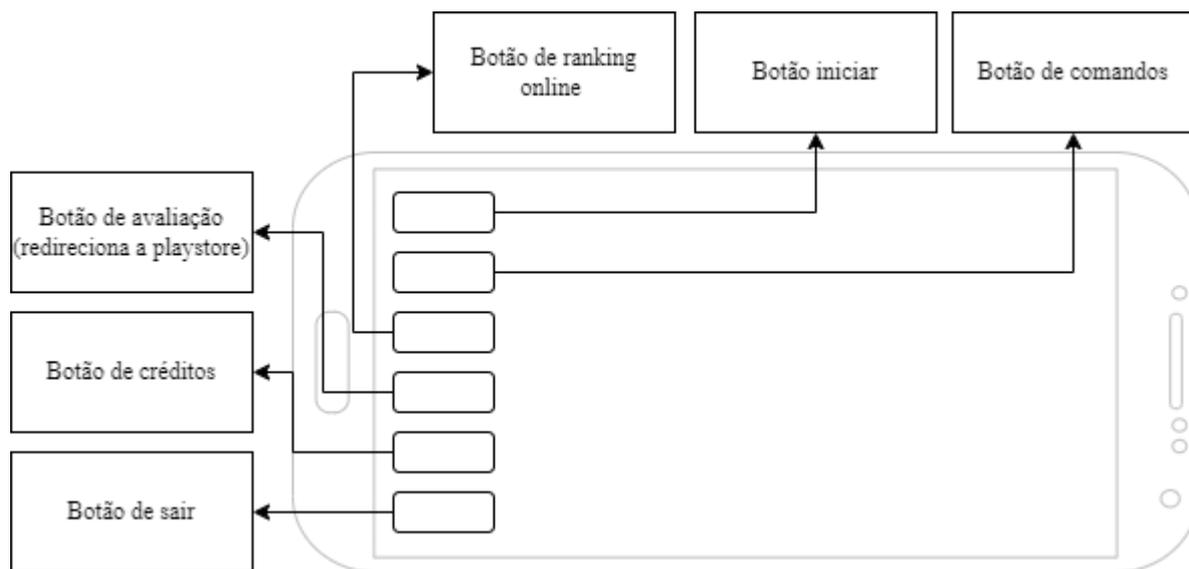
Fonte: (Autor, 2022).

Nas próximas seções serão apresentados os as modelagens dos elementos internos de dentro do jogo, através de diagramas conceituais.

4.3.1 Menu Inicial

O início do jogo apresenta a interface do menu do jogo, na qual encontra-se a opção de início, entrar na lista de comandos, *ranking*, créditos, e o botão de sair. O *layout* é iniciado em paisagem para maior aproveitamento do *display* do dispositivo. Ao iniciar o *layout* a música de fundo começa a tocar, e todos os botões possuem som e se destacam ao serem tocados, com isso o jogador recebe um *feedback* sonoro e visual das suas ações, conforme figura 7 abaixo.

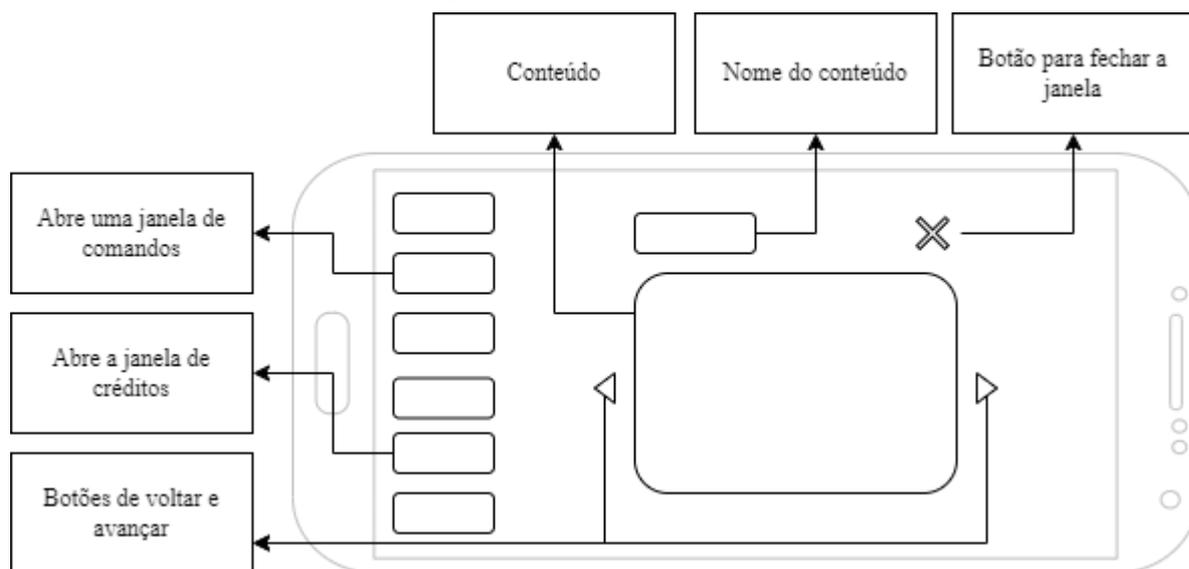
Figura 7: Diagrama do menu inicial do jogo e seus comandos



Fonte: (Autor, 2022).

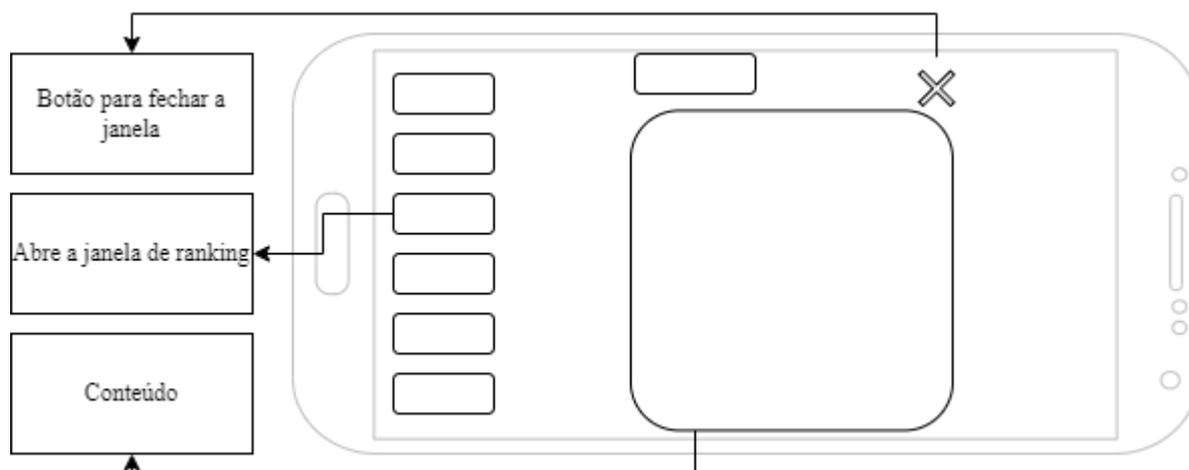
O sistema de textos e botões do jogo foi estruturado dentro do código do jogo, sendo assim tudo pode ser modificado pelo código diretamente, é aplicado a todos os itens, não sendo necessário modificar manualmente cada botão ou texto. A Figura 8 apresenta as janelas de créditos e comandos, enquanto a Figura 9 apresenta a janela de *ranking*.

Figura 8: Diagrama das janelas de créditos ou comandos



Fonte: (Autor, 2022).

Figura 9: Diagrama da janela de ranking



Fonte: (Autor, 2022).

Para Prensky (2012, p. 177) “o conflito/competição/desafio/oposição é o que faz circular sua adrenalina e criatividade e o que faz ter vontade de jogar”, com base nisto, foi desenvolvido um sistema de pontuação baseado nas ações e escolhas do jogador, recebendo assim pontuações positivas por ações sustentáveis e negativas por ações não sustentáveis.

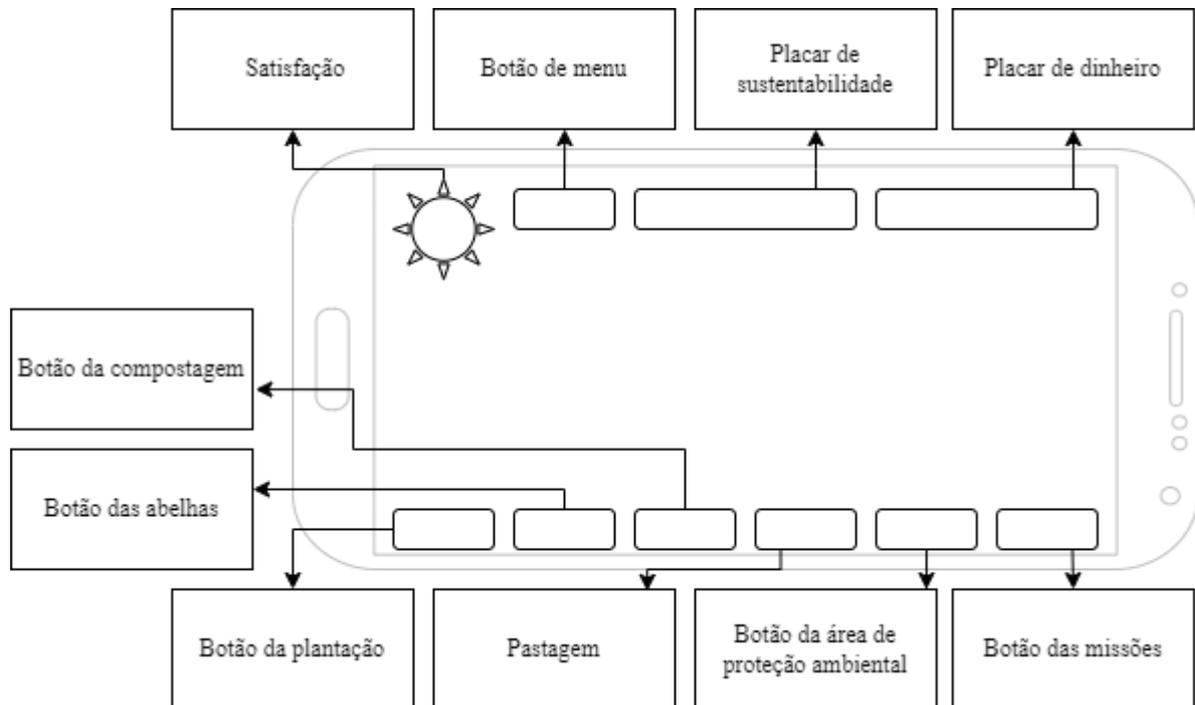
Não há limites de pontuações positivas ou negativas, e também não tem um final de jogo pré-definido, o jogo termina quando o jogador enviar a pontuação ao ranking. No APÊNDICE B são apresentadas capturas de telas do jogo, incluindo o ranking do estado atual e global até o momento da publicação deste trabalho.

O sistema de *ranking* é feito através dos dados enviados dentro do jogo para a ferramenta *firebase*¹⁰ do *Google*, utilizando sua função de banco de dados, onde através do código do jogo, são filtradas as informações e expostas no *ranking*.

4.3.2 Tela Inicial

Ao iniciar o jogo clicando no botão iniciar (Figura 5) o jogador iniciará o jogo com a tela da Figura 10, onde o *layout* visual é a fazenda inicial com a opção de ir para as demais áreas da fazenda, além de ser apresentado ao jogador outros elementos como o placar de pontos e dinheiro.

Figura 10: Diagrama da tela inicial do jogo

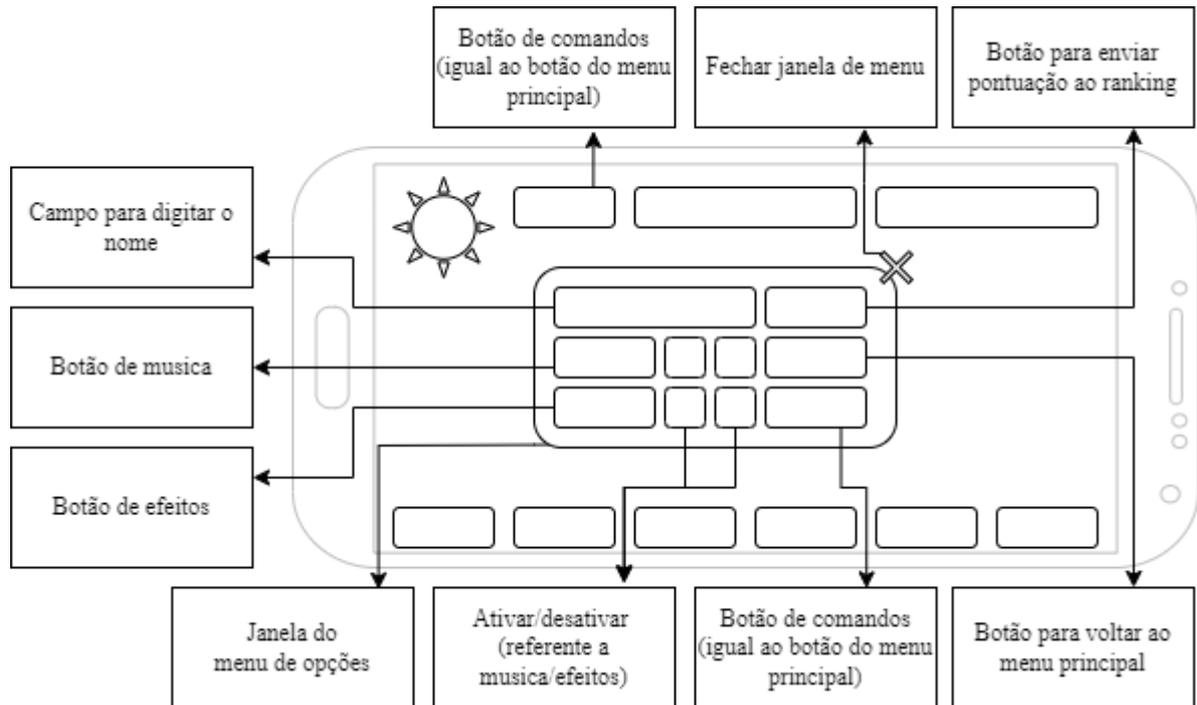


Fonte: (Autor, 2022).

O botão de menu, presente na parte superior esquerda da tela, abre uma janela (Figura 11) com a função de voltar à tela inicial, abrir a janela de comandos, ligar ou desligar sons e efeitos, e possui um campo para digitar o nome do usuário e enviar sua pontuação. A pontuação é baseada nos pontos de sustentabilidade, que serão explicados no segmento do texto na parte de plantio.

¹⁰ <https://firebase.google.com/>

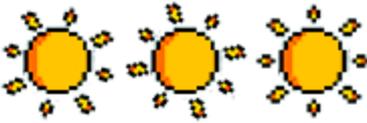
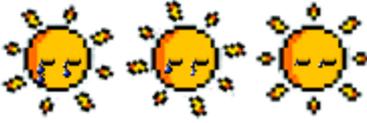
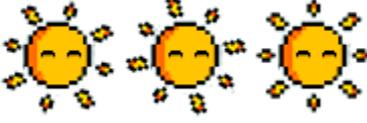
Figura 11: Diagrama da janela de opções do menu



Fonte: (Autor, 2022)

No canto superior esquerdo foi adicionado um sol que possui animação constante dos raios solares, possuindo cinco expressões baseadas na satisfação referente às ações dentro do jogo de uma forma global relacionando todos os sistemas desenvolvidos que serão detalhados nas próximas seções. O sol possui as animações detalhadas no Quadro 7 abaixo, o objetivo do sol dentro do jogo é passar um *feedback* em tempo real das ações do jogador, isso permite que o jogador perceba a diferença na forma que gerencia sua fazenda, e possa ser motivado a jogar de forma sustentável, “*é a partir do feedback de um jogo que aprendizagem acontece*” (PRENSKY, 2012, p. 176).

Quadro 7: Reações do sol

Reações:	Animação
Padrão	
Triste	
Normal	
Feliz	
Apaixonado	

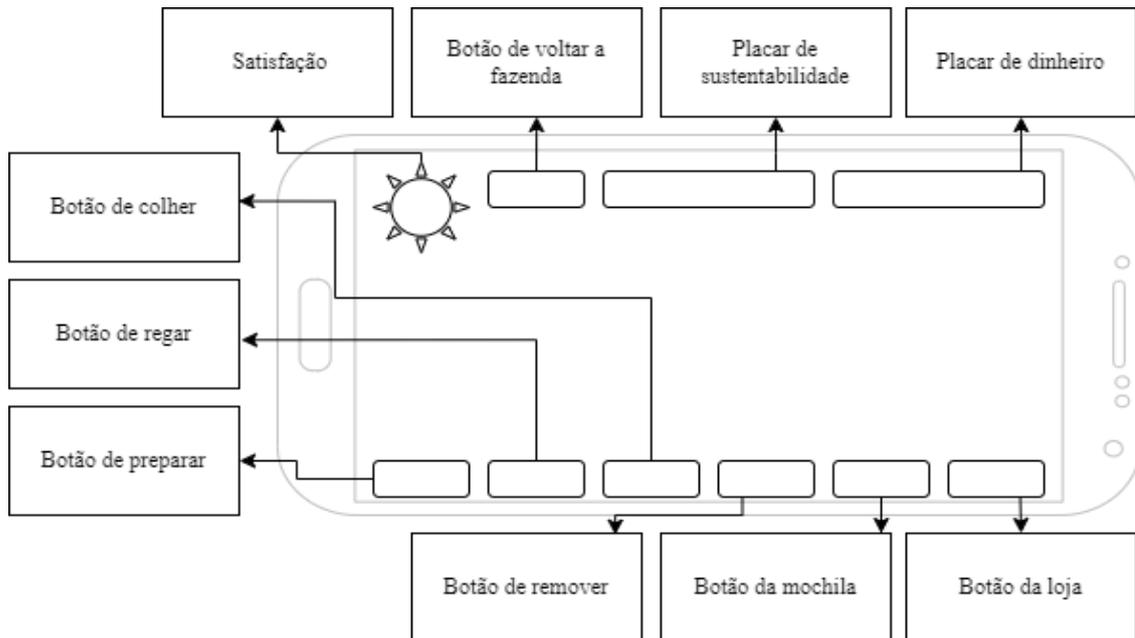
Fonte: (Autor, 2022)

Outro fator importante que colabora para que o jogador tenha a tendência a fazer escolhas ecológicas é o placar de sustentabilidade que aumenta ou diminui de forma passiva e ativa durante o jogo.

4.3.3 Sistema de Plantação

Ao clicar no botão da plantação o *layout* é modificado, surge a uma nova interface na qual o jogador deverá interagir com a sua plantação, novos botões e mecânicas são implementados e serão descritos separadamente no decorrer do texto, o layout assim como o anterior é iniciado em modo paisagem. E não pode ser alterado para o retrato, portanto não depende das configurações de orientação do celular; ao iniciar o *layout* a música de fundo continua a tocar, mas pode ser desativada no menu interno. Todos os botões possuem som e se destacam ao serem tocados, assim como as interações com o sistema de plantação que será detalhada na (Figura 12), a escolha das cores, letras e formatos dos menus foi feita de forma a serem claros e lúdicos.

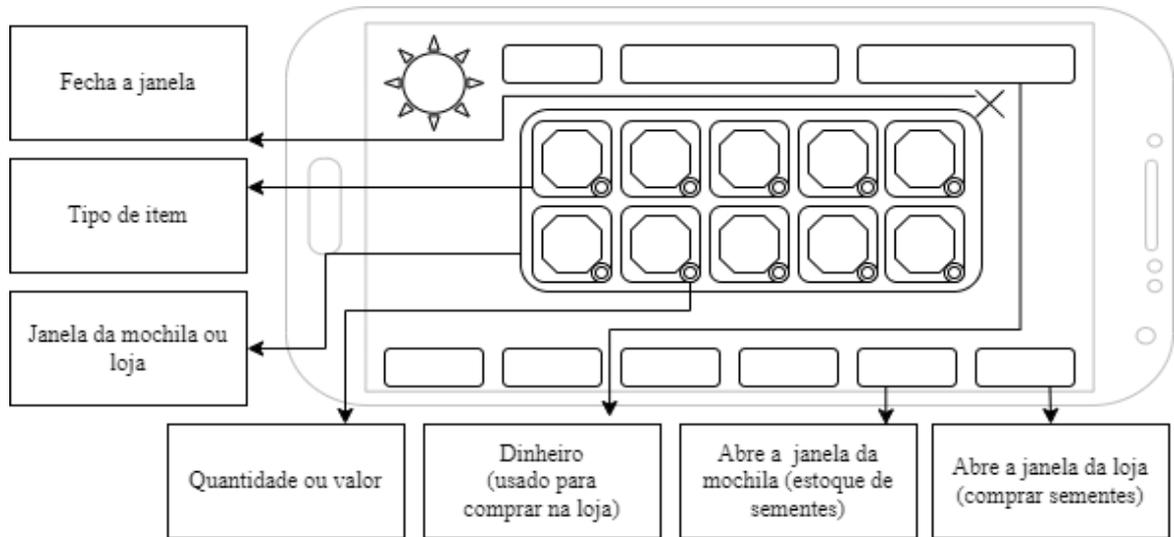
Figura 12: Diagrama da plantação



Fonte: (Autor, 2022)

O botão de mochila e loja (Figura 13), são fundamentais para as ações do jogador, na loja através da moeda do jogo, denominada dinheiro, é possível adquirir seis tipos diferentes de sementes: abóbora, beterraba, uva, cenoura, repolho e cereja. Ao comprar, o dinheiro referente a espécie é subtraído do placar de dinheiro, ainda é emitido um sinal sonoro de compra, assim como um efeito de moedas é gerado sobre o botão de compra; todas as sementes possuem um tempo específico de crescimento, através do botão da mochila, o jogador pode seleccionar e ver a quantidade do estoque de determinada semente comprada pela loja e dessa forma realizar o plantio.

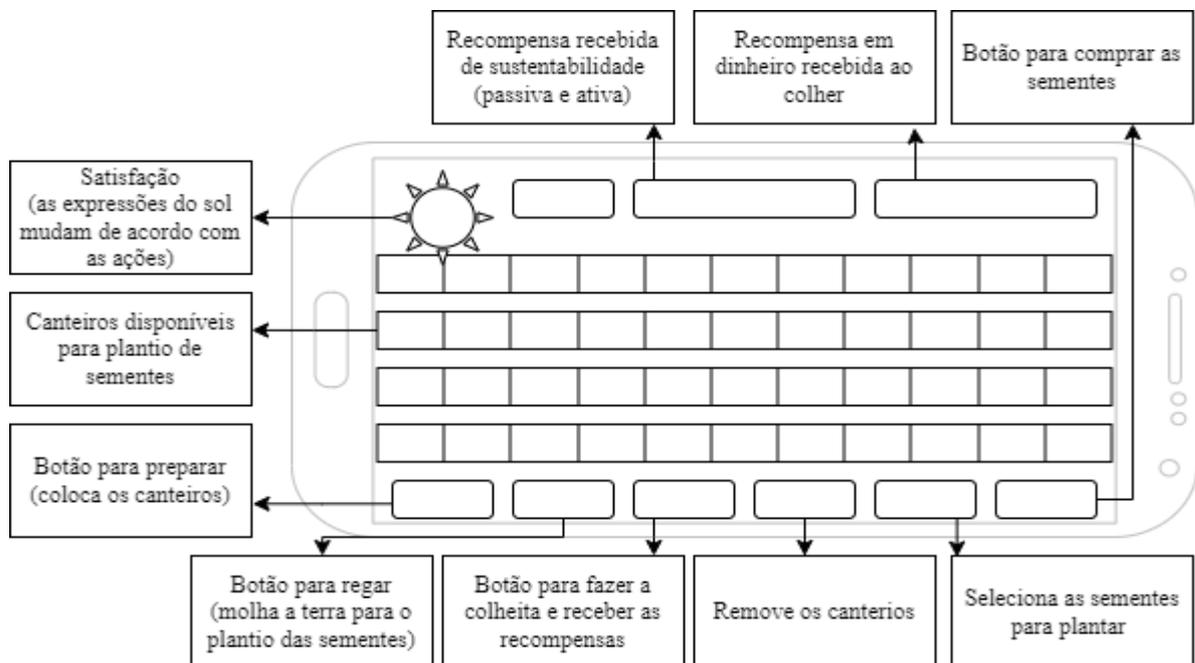
Figura 13 Diagrama da janela da loja ou mochila



Fonte: (Autor, 2022).

A ordem das ações necessárias para realizar o plantio (Figura 14) começa com o botão de preparar, ele introduz terra arada na tela do jogo, são quatro canteiros com onze espaços para plantio em cada um deles, na sequência o botão de regar, transforma a terra arada em terra molhada, com isso é possível selecionar as sementes na mochila para iniciar o plantio, o jogo começa com três sementes de cada tipo.

Figura 14: Diagrama do sistema de plantação e relacionados



Fonte: (Autor, 2022).

Após o crescimento das sementes, com o botão colher, é possível colher as plantas e receber uma recompensa em moedas (dinheiro do jogo) além disso é gerado um efeito de moedas sobre a planta colhida, e em pontos de sustentabilidades (pontos de ranking).

Após realizar a colheita, a terra molhada na qual a semente estava, se transforma em terra arada, sendo necessário regá-la para o novo plantio. É possível também remover a terra arada, terra molhada, ou terra molhada com semente ou planta crescida com ou sem uso de agrotóxicos ou insumos ecológicos, porém a semente ou planta será perdida e o jogador recebe restos orgânicos e perderá pontos sustentáveis que irão variar de acordo com o tipo de planta, e se estavam com agrotóxicos ou insumos ecológicos.

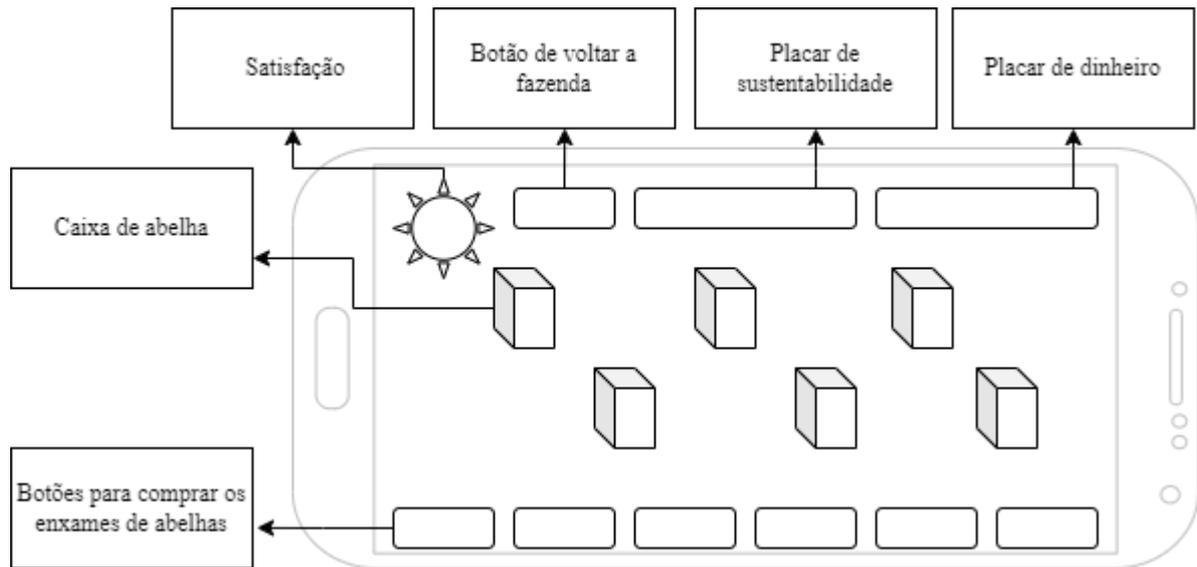
Para receber a pontuação passiva, basta o jogador plantar diferentes espécies, o valor sobe constantemente a cada segundo, pois cada espécie gera um valor fixo idêntico, esse valor é cumulativo, então se o jogador plantar as seis espécies ao mesmo tempo, o valor passivo é seis vezes maior do que com apenas o plantio de uma espécie. O valor ativo é recebido ao colher uma planta, durante a colheita o jogador também receberá um valor em dinheiro, o valor recebido é o dobro do custo da semente na loja.

Para os comandos de preparar, regar e remover é possível com um clique na tela, ou arrastando com o dedo, enquanto para a colheita um clique, e para o plantio são dois cliques, esta diferença serve para evitar possíveis erros dentro do jogo que podem frustrar a experiência do jogador.

4.3.4 Sistema de Caixas de Abelhas

No sistema das caixas de abelhas (Figura 15) é possível comprar até seis enxames de abelhas, as caixas de abelhas produzem mel que pode ser retirado pelo jogador e transformado em pontos sustentáveis, o valor de compra dos enxames aumenta o valor a cada aquisição para gerar engajamento do jogador sobre a conquista de todas as caixas, as abelhas são sensíveis ao uso de agrotóxicos na plantação, sendo assim o uso extensivo de agrotóxicos irá matar os enxames, sendo necessário que o jogador os compre novamente.

Figura 15: Diagrama do sistema de caixas de abelha

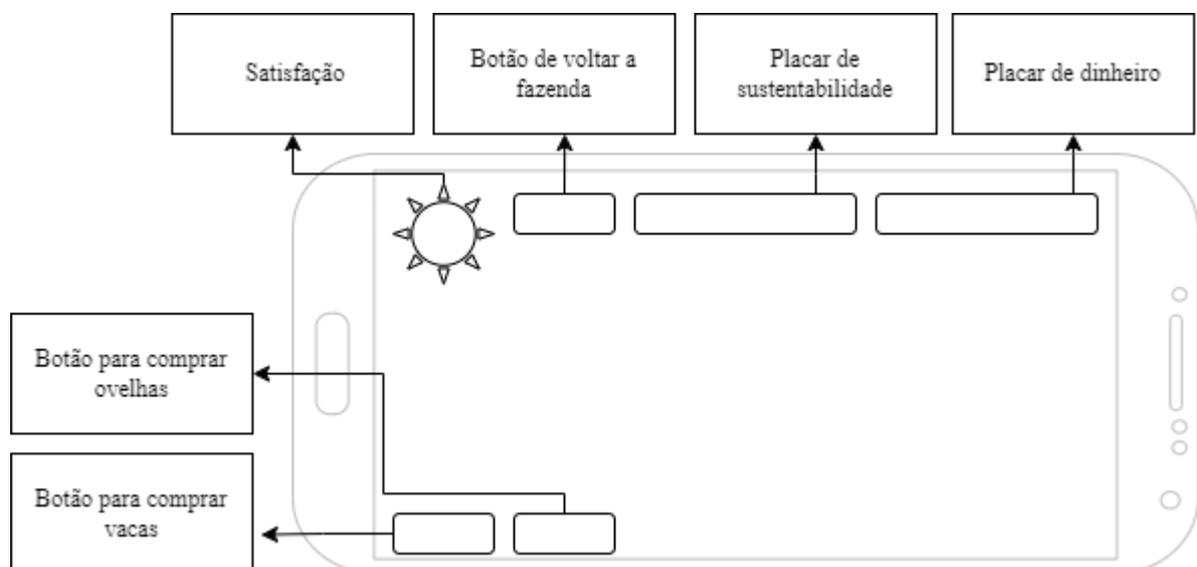


Fonte: (Autor, 2022).

4.3.5 Sistema de Pastagem

No sistema de pastagem (Figura 16) é possível adquirir uma vaca e uma ovelha, com o tempo é possível recolher os dejetos animais para serem utilizados no sistema da compostagem, que será detalhado na próxima seção. Os animais possuem movimentos e animações aleatórias em todas as direções, assim como animação para ficar em modo de espera.

Figura 16: Diagrama do sistema de pastagem

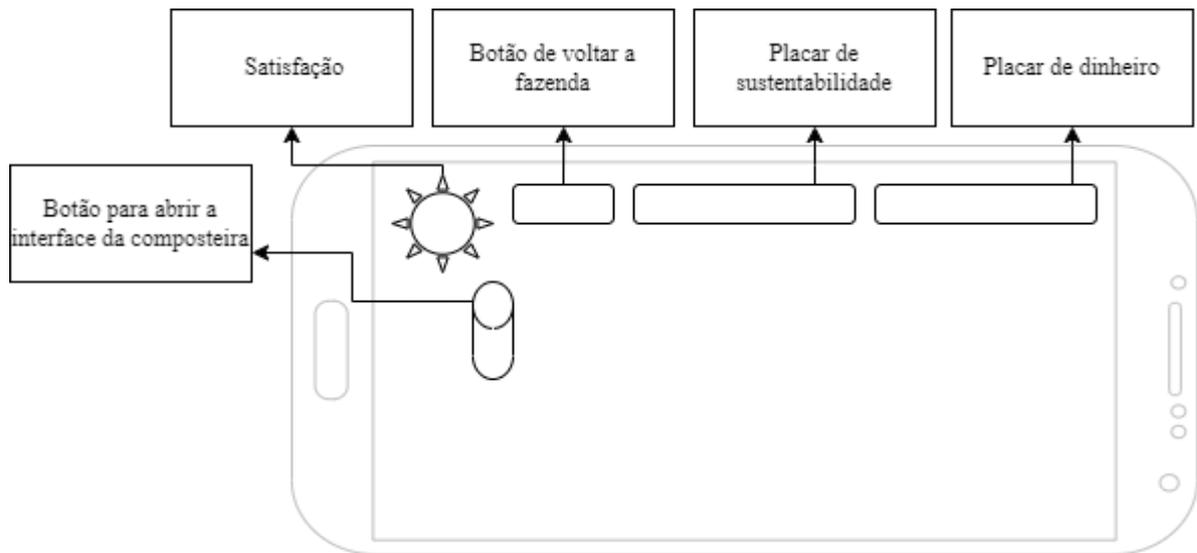


Fonte: (Autor, 2022).

4.3.6 Sistema de Compostagem

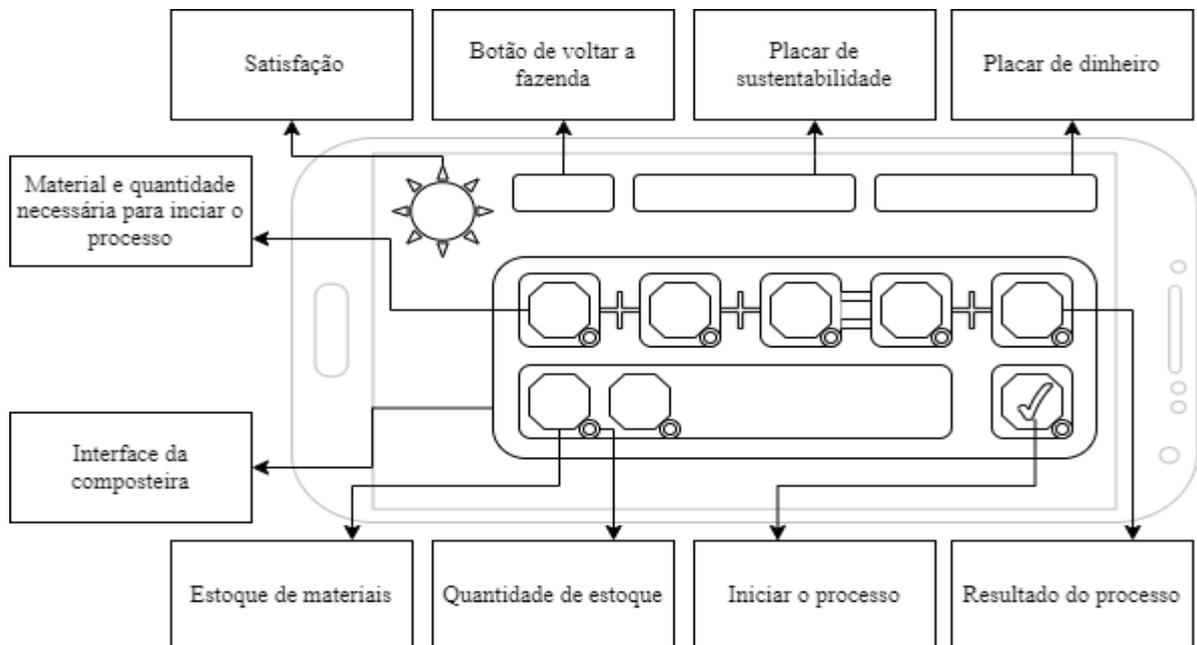
O sistema de compostagem (Figuras 17 e 18) utiliza restos orgânicos derivados da pastagem (Figura 16) e sistema de plantação (Figura 12) para gerar adubos ecológicos que podem ser utilizados na plantação, ao utilizar estes insumos na plantação a pontuação em dinheiro e sustentabilidade ao colher as plantas é aumentado.

Figura 17: Diagrama do sistema da compostagem



Fonte: (Autor, 2022).

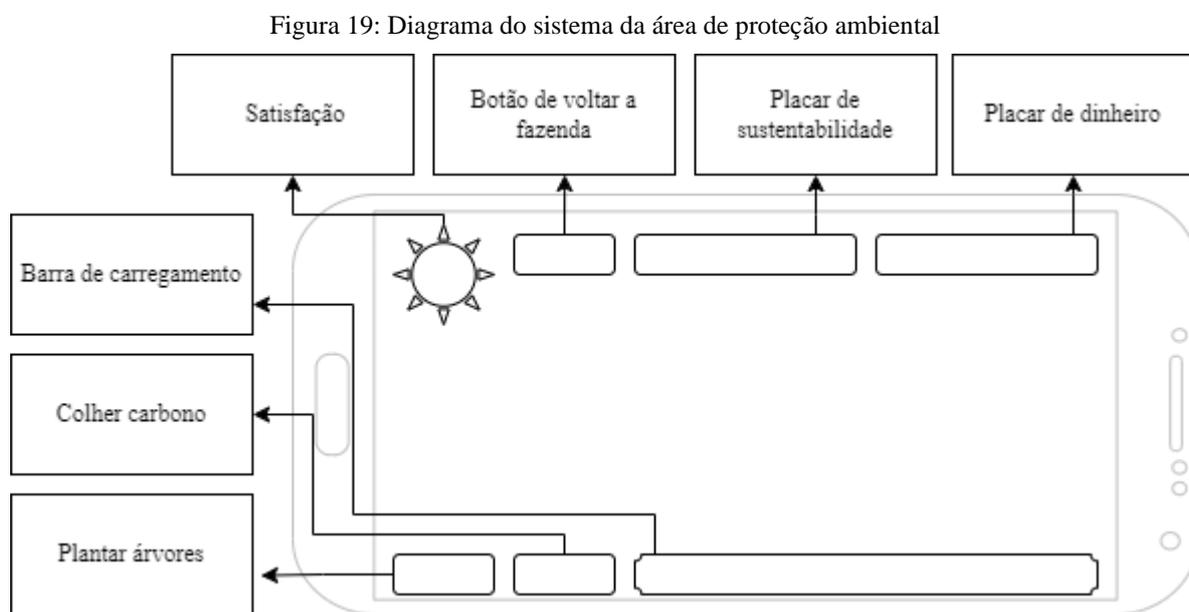
Figura 18: Diagrama do sistema da interface da composteira



Fonte: (Autor, 2022).

4.3.7 Sistema de Área de Proteção Ambiental

O sistema de plantio de árvores (Figura 19) é baseado em plantar árvores nas duas margens de um rio, de tempos em tempos é possível se coletar pontos de carbono que são convertidos em sustentabilidade, quanto mais árvores plantadas, maior a recompensa.

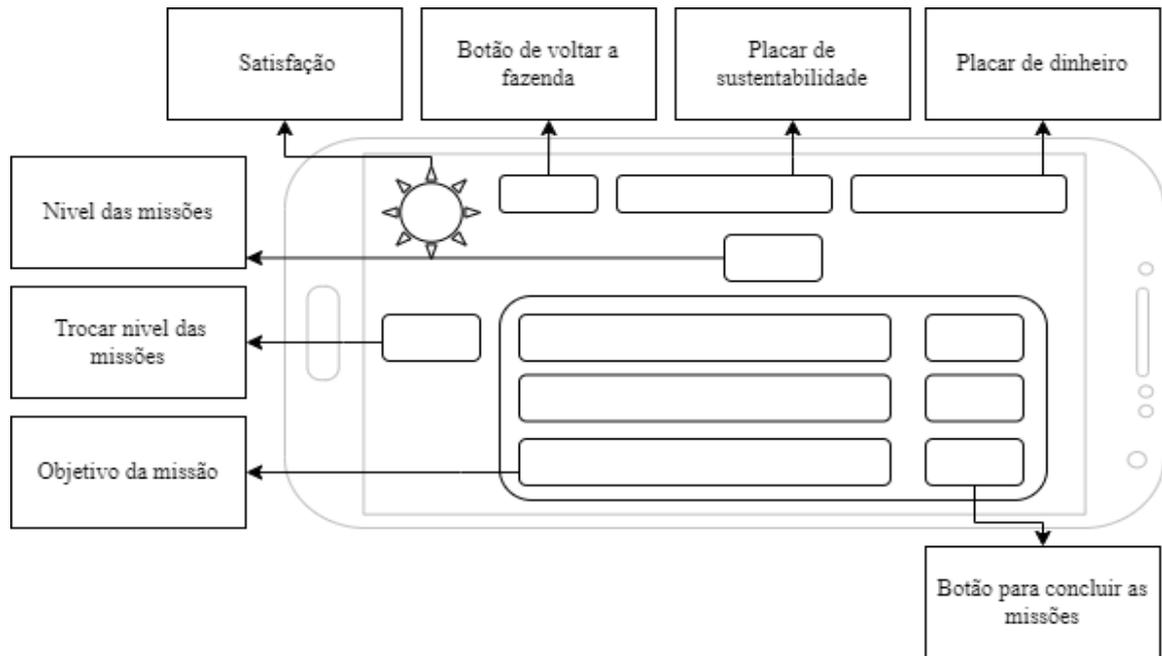


Fonte: (Autor, 2022).

4.3.8 Sistema de Missões

O sistema de missões (Figura 20) está dividido em níveis, onde o jogador deve realizar tarefas para receber pontuações em dinheiro e sustentabilidade, atualmente o nível 1 está implementado. Para Prensky (2012, p. 175) “em um jogo, atingir os objetivos contribui e muito para a motivação”.

Figura 20: Diagrama do sistema de missões

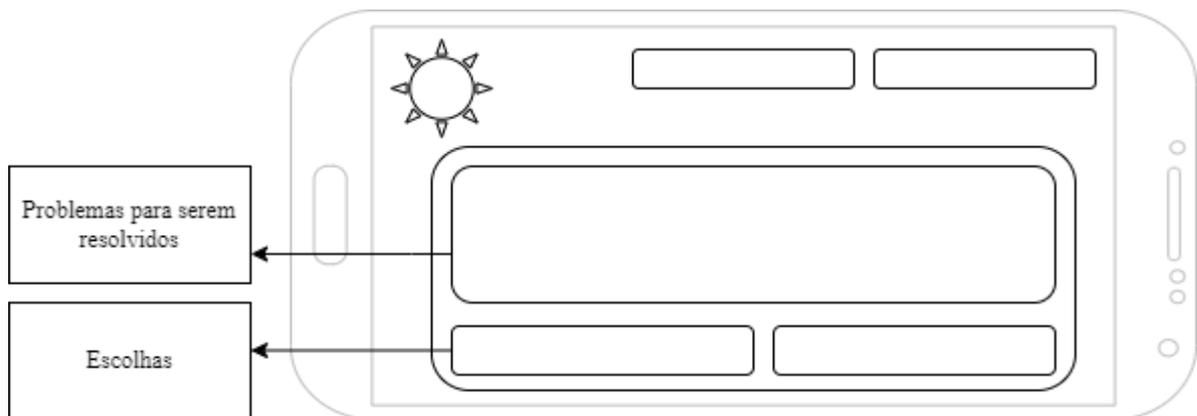


Fonte: (Autor, 2022).

4.3.9 Sistema de Escolhas

O sistema de escolhas (Figura 21) acontece durante o jogo em determinadas situações onde um problema ambiental é apresentado ao jogador para que ele tome uma decisão sobre a situação, havendo duas opções, de acordo com a escolha do jogador ele poderá receber ou perder pontos sustentáveis. Segundo Alexandre (2020, p. 40) “os jogos, por si, ajudam de algum modo em um processo de formação, simplesmente por explicitar um problema que precisa ser resolvido”.

Figura 21: Diagrama do sistema de escolhas



Fonte: (Autor, 2022).

Os diagramas detalhados nesta seção foram implementados ao jogo, a escolha de como abordar as questões ambientais neles foi baseado nas possibilidades de desenvolvimento possíveis utilizando a *game engine* Construct 3 e nas competências da BNCC. Na próxima seção será detalhada a metodologia e avaliação do jogo.

O jogo permite, portanto, que assuntos como: rotação de culturas, plantio sustentável, uso de insumos verdes, agrotóxicos, apicultura, preservação de nascentes e rios, área de proteção, uso do solo e da água, pastagem, compostagem e vermicompostagem, entre outros, possam ser abordados junto com o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade, permitindo que esses conceitos, que não estão previstos diretamente nas competências do ensino fundamental, passem a ser desenvolvidos de forma lúdica e divertida, pois são relevantes para a proteção do meio ambiente.

5 AVALIAÇÃO DO JOGO

Esta seção aborda a avaliação do jogo pelos usuários, está dividida em 2 subseções, a primeira tratando da metodologia de avaliação e a segunda da análise dos dados.

5.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

O objetivo do jogo é ser uma ferramenta auxiliar no processo de ensino, um recurso tecnológico que possa ser utilizado por professores nos anos iniciais do ensino fundamental ou demais níveis. A coleta de dados será realizada a partir das percepções de estudantes de nível superior de forma online devido ao pós pandemia de COVID-19, as questões são relativas à usabilidade, acessibilidade, ludicidade, satisfação, ampliação do conhecimento.

Petri, Von Wangenheim e Borgatto (2017) desenvolveram a metodologia MEEGA+ será utilizada nesta pesquisa para a validação do jogo digital, o modelo foi adaptado para contemplar questões de educação ambiental, visto que originalmente é proposto para cursos na área de computação.

O objetivo do modelo MEEGA+ é: analisar jogos educacionais com o propósito de avaliar a percepção da qualidade em termos de experiência do jogador e percepção da aprendizagem do ponto de vista de alunos e instrutores no contexto de cursos superiores da área de computação. (PETRI, VON WANGENHEIM E BORGATTO, 2017, p. 2330)

Os elementos de qualidade utilizados são: a usabilidade e a experiência do jogador. O questionário de usabilidade está subdividido em avaliar a estética, a capacidade de aprendizagem, a operabilidade e a acessibilidade, enquanto a experiência se subdivide em atenção focada, diversão, desafio, interação social, confiança, relevância, satisfação e aprendizagem percebida.

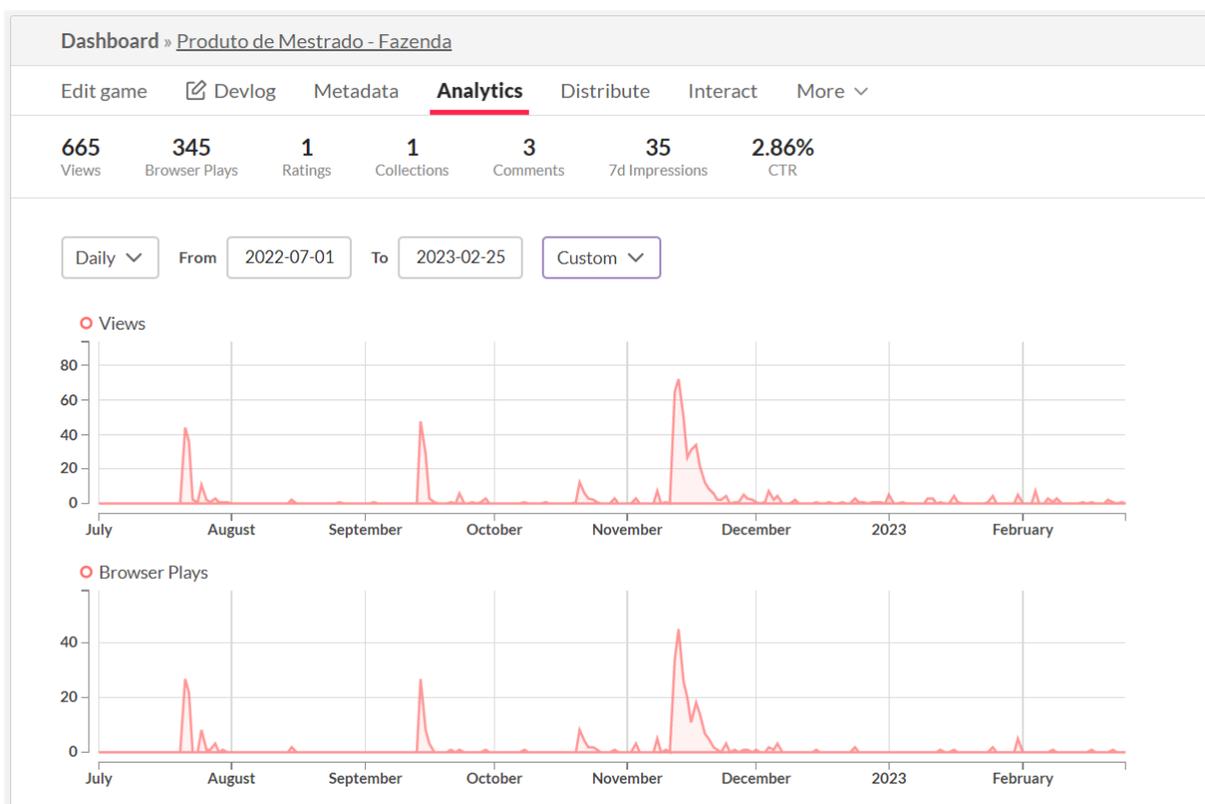
5.2 REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO

A metodologia MEEGA+ foi adaptada para contemplar questões relacionadas à educação ambiental, sendo assim composto de um total de 37 questões referentes a informações demográficas, usabilidade, experiência, opinião e engajamento. Sendo as demográficas de respostas abertas e fechadas, usabilidade e experiência de respostas fechadas, e de opinião e

engajamento respostas abertas. O link do jogo foi disponibilizado para público da área ambiental, pois estes poderão ser fomentadores da educação ambiental e poderão avaliar a real importância do jogo.

Durante o desenvolvimento do jogo entre os meses de julho de 2022 a fevereiro de 2023, a página do jogo recebeu 665 visualizações, dos quais 345 usuários iniciaram o jogo conforme Figura 22. Durante todo esse período foram enviadas sugestões para melhoria da mecânica do jogo e, também de conteúdo para acrescentar, essa interatividade contribuiu para o refinamento do jogo até a efetiva etapa da coleta de dados.

Figura 22: Painel de desenvolvedor do itch.io

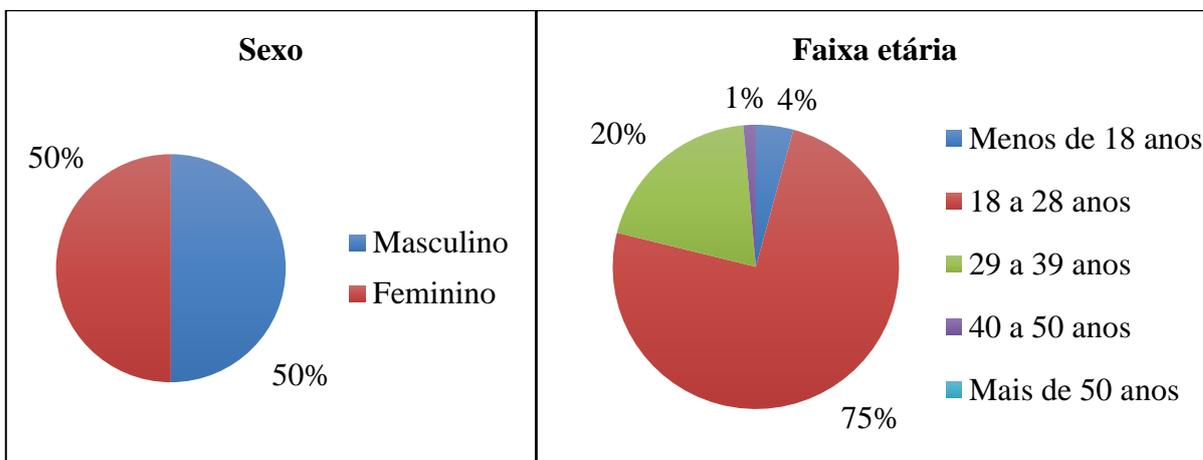


Fonte: (Autor, 2023).

Durante uma semana, entre os dias doze e dezenove de novembro de 2022, o questionário e o link do jogo foram divulgados para estudantes do ensino superior, via redes sociais. Retornou 74 respostas, por ser uma pesquisa online aberta, houve respostas de diferentes níveis de escolaridade e idade. Destes, houve o cadastramento de 29 e-mails (39,18%) para receber novas atualizações do jogo, o que mostra um engajamento relevante dos

usuários com o conteúdo. A Figura 23 mostra a divisão de gênero e faixa etária dos participantes da pesquisa.

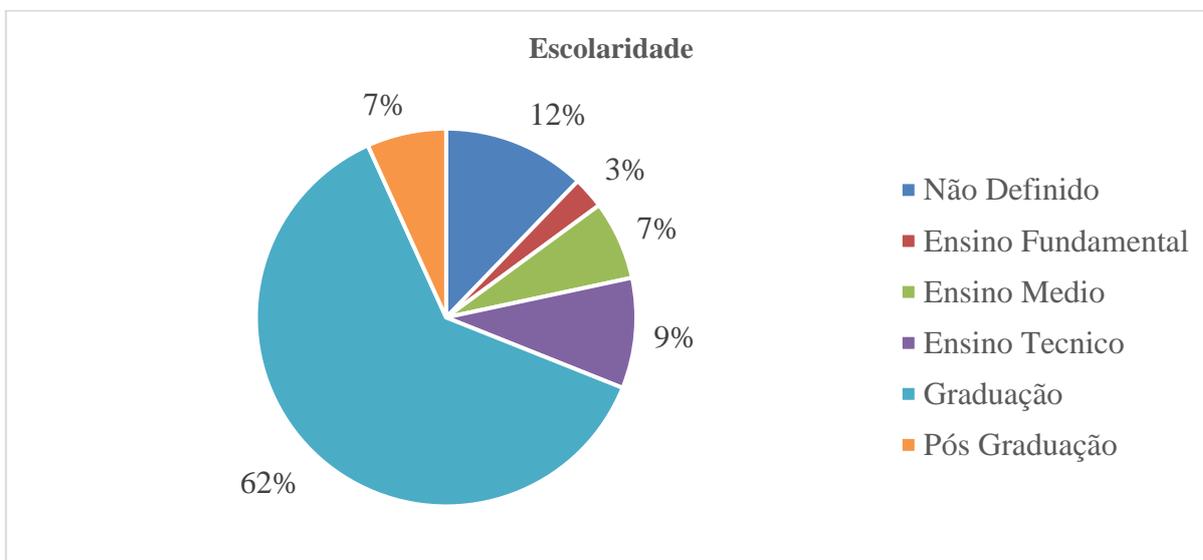
Figura 23: Gráficos de informações demográficas



Fonte: (Autor, 2022).

Conforme mostra a Figura 23, o público que testou o produto é formado por 37 indivíduos do sexo masculino e 37 do sexo feminino, sendo estes 6 indivíduos com menos de 18 anos, 53 indivíduos com idade entre 18 a 28 anos, 14 indivíduos de 29 a 39 anos e 1 indivíduo com idade entre 40 a 50 anos, não havendo indivíduos com mais de 50 anos.

Figura 24: Gráficos do nível de escolaridade



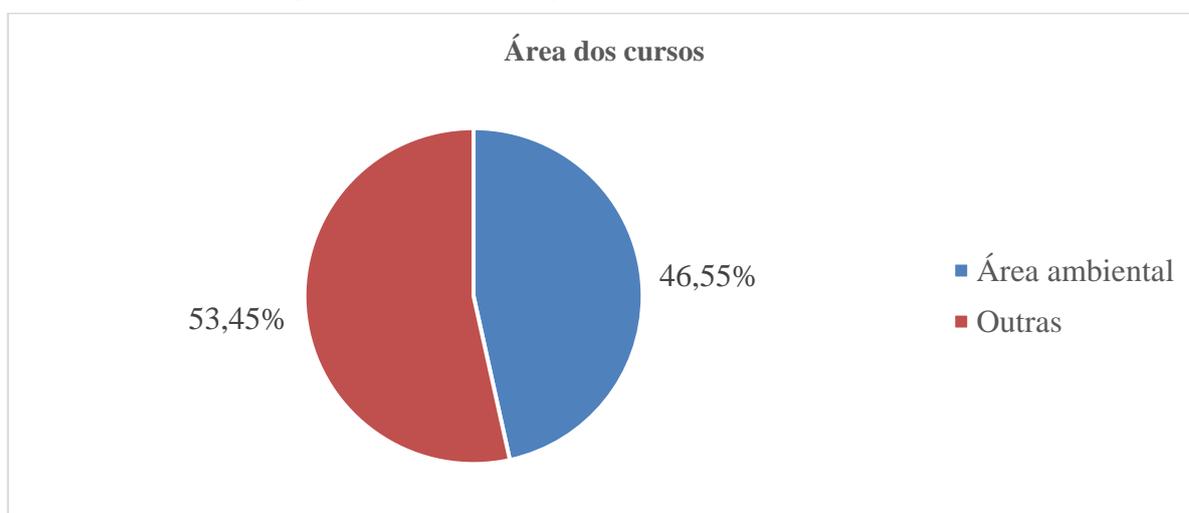
Fonte: (Autor, 2022).

Conforme a proposta do desenvolvimento do jogo, para ser utilizado como ferramenta educacional, a opção do público para testar o produto, foi de estudantes universitários acima de nível técnico, pois esses poderão potencialmente ser os novos educadores das futuras gerações, é papel do educador buscar sempre a inovação e utilizar os recursos disponíveis para transmitir os conteúdos.

O nível de escolaridade dos indivíduos envolvidos no teste (Figura 24), conforme gráfico acima, foi: 9 não definido, 2 do ensino fundamental, 5 de nível médio, 7 de ensino técnico, 46 indivíduos de graduação e 5 indivíduos de pós-graduação.

Conforme apresentado na Figura 25, 27 indivíduos têm relação direta com a área ambiental. Os cursos compreendidos como tendo relação direta ao meio ambiente são técnico em meio ambiente, tecnólogo em gestão ambiental, ciências biológicas, química, agronomia, doutorado em extensão rural, engenharia ambiental e sanitária, medicina veterinária, pós doutorado em biologia vegetal, agronegócio, engenharia química, enquanto 31 indivíduos não têm relação direta com o meio ambiente sendo dos cursos de mestrado em educação profissional e tecnológica em rede, programação, administração, ciências sociais, educação especial, direito, artes, farmácia, enfermagem, educação física, engenharia acústica, análise e desenvolvimento de sistemas, gestão de pessoas, desenho industrial, engenharia aeroespacial, pedagogia, informática e defesa cibernética. Apesar de haver cursos não diretamente relacionados com a área ambiental, a educação ambiental deve ser inserida de forma transversal em todos os níveis de educação, então é de suma importância contemplar todas as áreas possíveis para avaliar o produto.

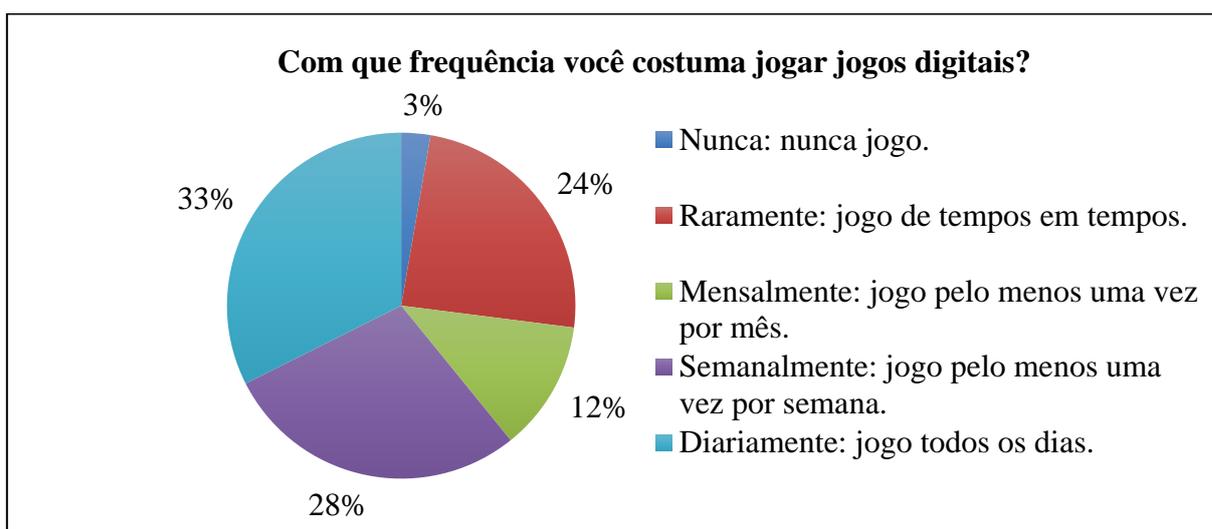
Figura 25: Gráfico da relação dos cursos com a área ambiental



Fonte: (Autor, 2022).

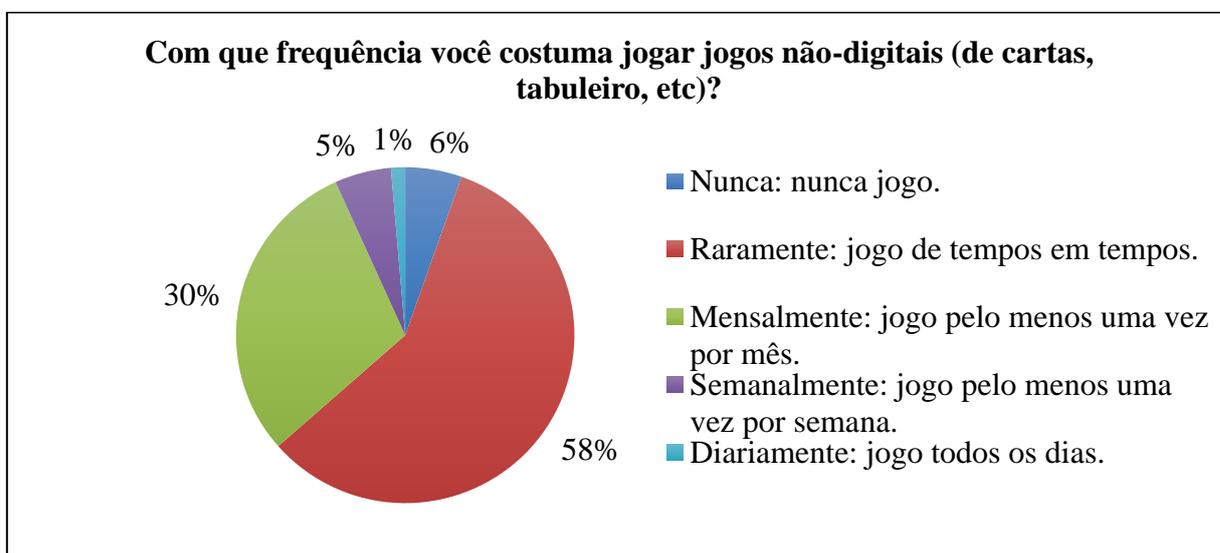
Os indivíduos envolvidos possuem frequências maiores com jogos digitais em relação aos jogos não digitais (Figuras 26 e 27). Destes, 24 indivíduos responderam que jogam diariamente jogos digitais, enquanto jogos não digitais representa apenas 1 indivíduo; 21 indivíduos jogam jogos digitais pelo menos uma vez na semana, enquanto para jogos não digitais 4 indivíduos. A popularidade dos jogos digitais, conforme os dados mostram, é superior, sendo que 43 indivíduos raramente jogam jogos não digitais, enquanto 45 indivíduos jogam jogos digitais com uma frequência maior que 1 vez por semana.

Figura 26: Gráfico de frequência de jogos digitais



Fonte: (Autor, 2022).

Figura 27: Gráfico de frequência de jogos não digitais



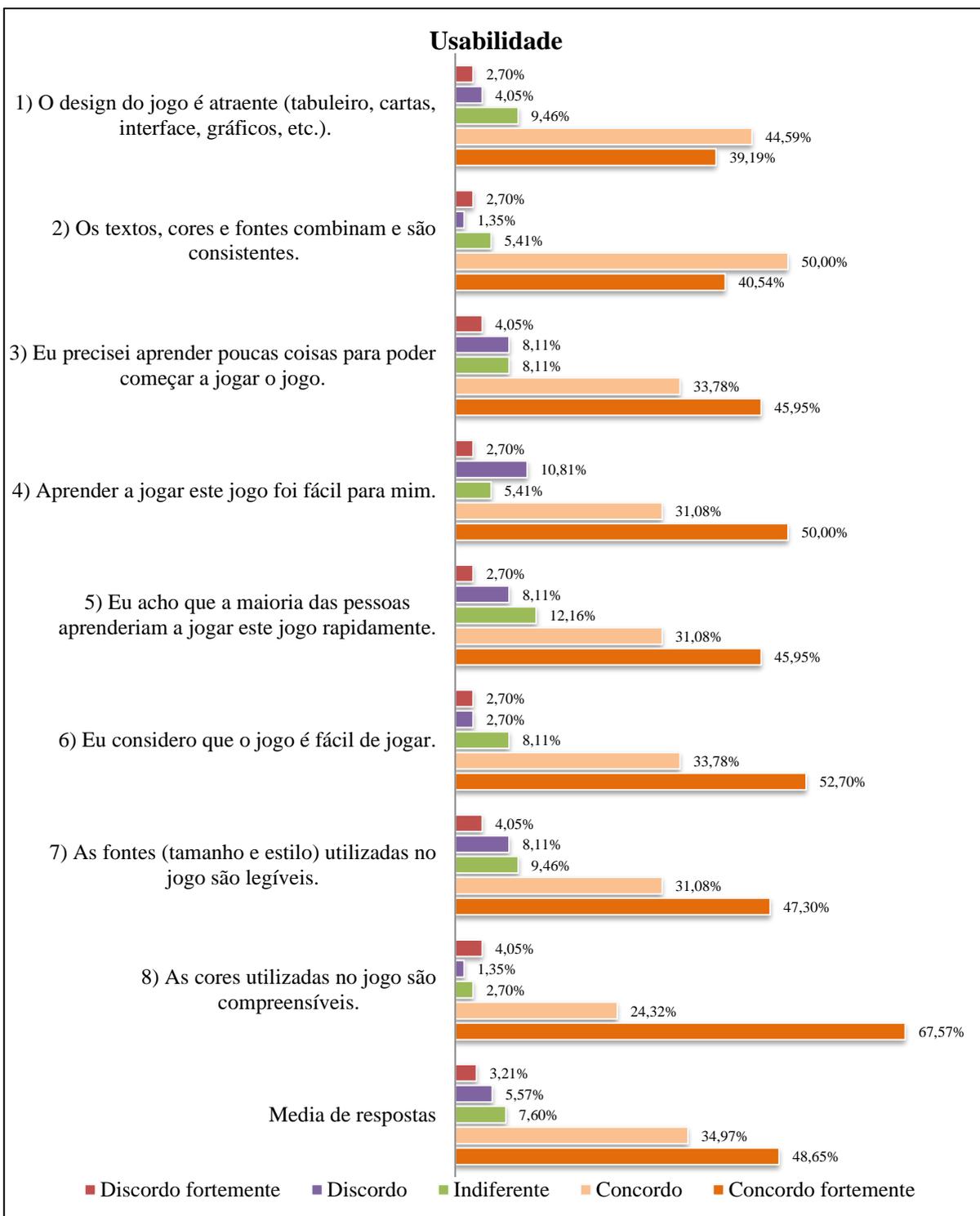
Fonte: (Autor, 2022).

Quanto à usabilidade do jogo (Figura 28) as perguntas foram feitas para atender as demandas de estética, aprendizagem, operação e acessibilidade, a aceitação individual por perguntas considerando as opções de concordo e concordo totalmente, somadas em todas as questões obteve como valor percentual mínimo de 77,03% e máximo de 91,89%, e como média 83,62%, percebe-se então uma clara aceitação em todos os quesitos relacionados a usabilidade. As perguntas 1 e 2 referentes a estética, percebe-se que os jogadores gostaram do estilo em *pixel art* ao qual o jogo foi idealizado, sendo 39,86% para concordo totalmente e 47,90% para concordo, enquanto 7,43% para indiferente, e 2,70% tanto para discordo totalmente, quanto para discordo, com isso obteve um resultado de 87,16% de média de respostas positivas nesse quesito.

As perguntas 3, 4, e 5 que fazem referência a aprendizagem e tiveram resultados positivos onde a média de respostas para discordo totalmente foi de 3,15% e discordo de 9,01% enquanto para indiferente 8,56%, enquanto para concordo 31,98% e concordo totalmente 47,30%, então é possível determinar que o jogo é de fácil entendimento e compreensão para a grande maioria dos jogadores 79,28%.

A pergunta 5 fazendo referência a operacionalidade onde 45,95% responderam com concordo totalmente e 31,08% para concordo, somando assim uma média de aceitação de 77,03%, enquanto as perguntas 7 e 8 fazem referência a acessibilidade onde a média de respostas positivas foi de 85,14%, sendo estas 57,43% para concordo totalmente, 27,70% para concordo, 6,08% indiferentes, 4,73% para discordo e 4,05% para discordo totalmente.

Figura 28: Gráfico de usabilidade



Fonte: (Autor, 2022).

As perguntas, referentes a experiência do usuário (Figura 29), foram feitas para contemplar questões de confiança, desafio, satisfação, interação social, diversão, atenção focada, relevância e percepção de aprendizagem; a soma das respostas de concordo e concordo

completamente em todas as questões teve no mínimo 50% e no máximo 91,89%, enquanto a média ficou em 75,68%, as médias de respostas indiferentes foi de 15,74%, sendo a soma das médias das opções discordo e discordo totalmente como 8,54%.

A pergunta 1 faz referência a confiança do jogador sobre os conhecimentos relacionados ao jogo ao qual a soma das respostas: “concordo e concordo totalmente” foram de 50%, a menor média das perguntas sobre experiência do jogador, houve a maior média de indiferença dos agrupamentos por área com 25,68%, seguidos de 12,16% tanto para discordo, como discordo totalmente.

As perguntas 2, 3 e 4 são referentes ao desafio que o jogo apresenta onde a média de respostas de concordo e concordo totalmente somaram 77,93%, e as perguntas 5, 6, 7 e 8 tratam da satisfação do usuário durante e após jogar, sendo, que a média de respostas para concordo e concordo totalmente foi de 77,36%. Com isso pode-se perceber que no quesito de jogabilidade grande parte dos jogadores se sentiram desafiados e ao mesmo tempo recompensados.

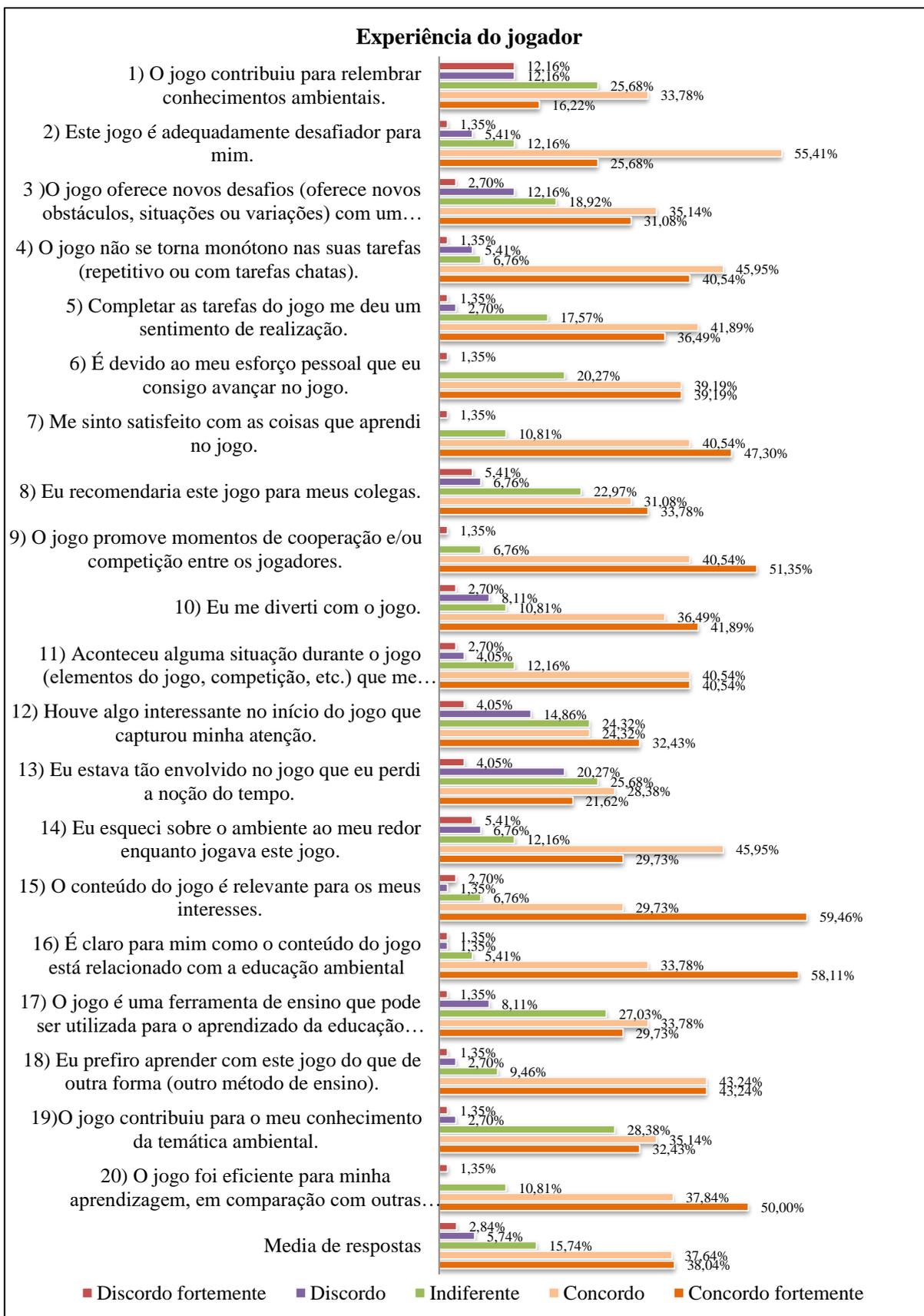
A pergunta 9 trata do eixo de interação social relacionado ao uso do ranking online dentro do jogo ao qual, traz o maior índice percentual chegando a 91,89% a soma de concordo e concordo totalmente.

As perguntas 10 e 11 fazem relação à diversão que o jogo proporcionou durante a experiência, sendo que em média 79,73% se divertiu durante o jogo e 11,49% achou indiferente, enquanto apenas os que não se divertiram somam 8,78%. Além disso, no quadro 8, é possível ver comentários de alguns dos pontos fortes do jogo relacionados a diversão e a experiência geral do usuário.

As perguntas 12, 13 e 14 fazem referência à atenção focada onde 60,81% dos jogadores em média responderam concordo e concordo totalmente, provavelmente pelo jogo ter sido aplicado remotamente e, individualmente uma parte dos jogadores não focou toda a sua atenção apenas em jogar.

As perguntas 15, 16, 17 e 18 são responsáveis pela relevância do jogo para o usuário. Essas questões são responsáveis pelo interesse do usuário no jogo, e tiveram como média entre concordo e concordo totalmente 82,77%; enquanto 12,16% achou indiferente; e a soma das médias para discordo e discordo totalmente foi de 5,07%. Estes dados somados às perguntas 19 e 20 tratam da percepção de aprendizagem do jogador, onde 77% concorda ou concorda totalmente; 19,59% achou indiferente; e, apenas 4,05%, discordou ou discordou totalmente, mostrando que o jogo teve uma boa percepção nos quesitos de possibilitar o conhecimento de conceitos ambientais por meio de um jogo digital.

Figura 29: Gráfico de experiência do jogador



Fonte: (Autor, 2022).

No questionário foram introduzidas duas questões de livre opinião: as respostas obtidas foram agrupadas de acordo com o tipo de comentário, o foco de cada pergunta era trazer os pontos fortes do produto, e quais poderiam ser melhorados. No quadro abaixo (Quadro 8) segue alguns comentários dos pontos fortes.

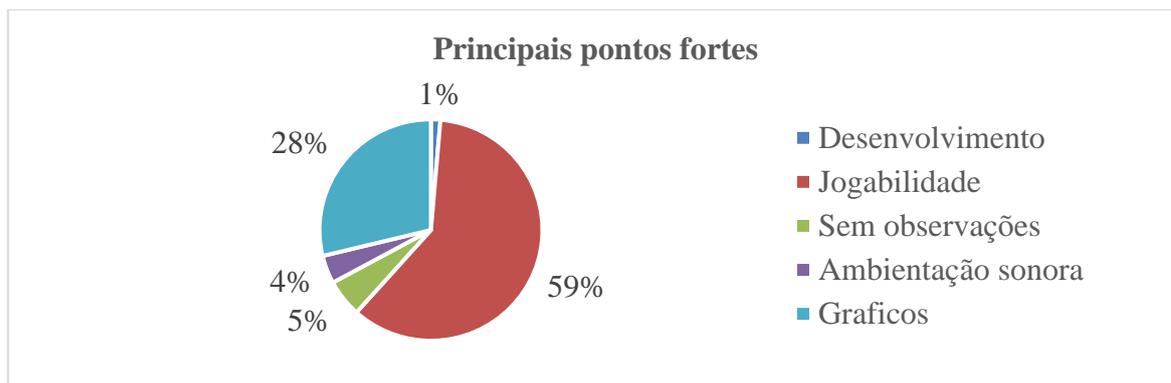
Quadro 8: Pontos fortes do jogo

Quais os pontos fortes do jogo?
Gostei bastante do design do jogo, essa pegada retrô também é bem interessante, lembra bastante jogos como Harvest Moon, que eu gostava bastante, tem uma pegada também de animal crossing, mas com olhar bem voltado para a questão ambiental, que eu acho bem interessante para ser trabalhado com todos os públicos, mas principalmente com pessoas mais jovens, do ensino básico. Creio que é uma estratégia muito válida para se trabalhar a educação ambiental e algumas práticas que podem ser desenvolvidas em um ambiente doméstico inclusive. E penso que possa ser muito bem aproveitado enquanto passa tempo também.
Gostei que o jogo não possui tempos absurdos durante o processo de plantação, o que torna o jogo fluido diferente dos outros que te forçam a esperar horas e até dias; as dicas no início das telas além de serem tutoriais simples também ensinam.
Gráficos são bem fofos e até detalhados e tem aparência de ficar bem mais recheado de objetivos para realizar. Você não só precisa cuidar da fazenda, mas também se preocupar com o meio ambiente plantando árvores perto do rio, uma coisa que até agora não havia visto em um jogo de fazendo, já que nunca foi o foco.
No primeiro instante gostei do jogo ser no estilo de pixels, pois gosto muito de jogos assim, a abordagem do tema ambiental também achei interessante, pois se trata de um modelo ideal de fazenda que tenta gerar o mínimo possível de dano ambiental, e, trazer uma mensagem por trás disso, os elementos diversos como gado, abelhas, árvores, etc, também me fizeram gostar do jogo.
A interligação entre as ações, mostrando como é na vida real: os ajustes ambientais, os impactos, os benefícios em cuidar da sustentabilidade em uma fazenda.

Fonte: (Autor, 2022).

Os comentários dos pontos fortes foram agrupados por similaridade e transformados em um gráfico (Figura 30) para melhor visualização.

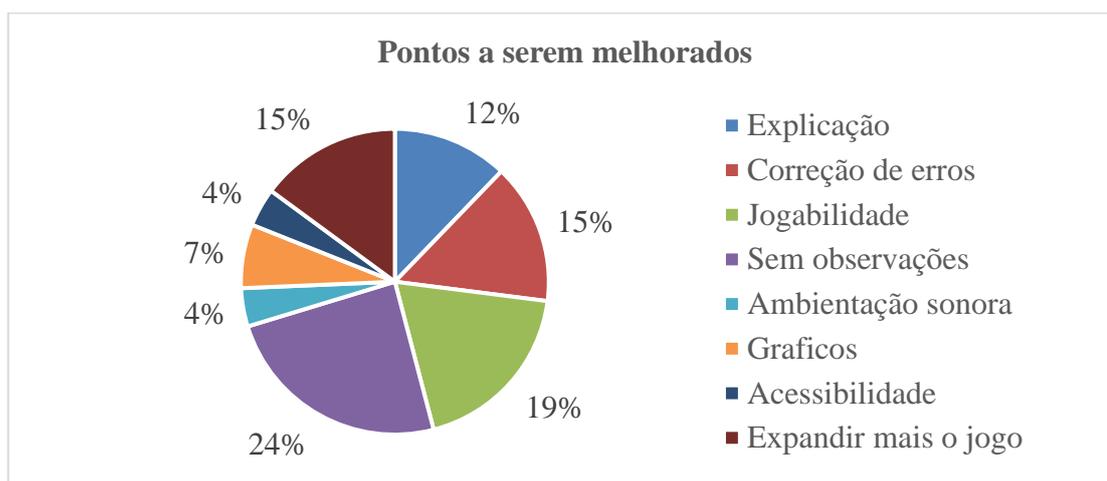
Figura 30: Gráfico de pontos fortes



Fonte: (Autor, 2022).

Percebeu-se que a grande maioria dos indivíduos (Figura 29) gostou de como o jogo se passa, tanto pela temática quanto pelas funções, objetivos, e ações, enquanto 28% citam a parte gráfica como principal ponto forte, os gráficos no estilo *pixel art*. Em relação aos pontos negativos, conforme gráfico abaixo (Figura 31), 7% dos usuários não gostou do estilo apresentando, 15% dos usuários relatou erros no jogo, os quais foram testados e corrigidos, o que ajudou no aperfeiçoamento.

Figura 31: Gráfico de pontos a serem melhorados



Fonte: (Autor, 2022).

Dentro da análise dos pontos que precisam ser melhorados 24% dos usuários consideram que o jogo não precisa ser melhorado ou não fez observações, 12% gostaria de mais tutoriais e materiais complementares, 19% gostaria de mudanças na forma de jogo, são sugestões variadas como deixar mais fácil ou mais difícil determinados modos, e 15% gostaria de mais fases dentro do jogo, na parte de design melhorias de gráficos, acessibilidade e sons soma 15%.

6 CONCLUSÃO

As tecnologias digitais da informação e comunicação são ferramentas indispensáveis no ensino e na aprendizagem dos alunos, para isso é necessário criar recursos, como jogos educacionais para auxiliar o trabalho docente, que contemplem os conteúdos curriculares e gerem impacto no modo de vida das futuras gerações.

O objetivo da pesquisa foi desenvolver um jogo sério para auxiliar a disseminação de conteúdos relacionados à educação ambiental, o qual foi alcançado, visto que o jogo foi modelado, desenvolvido e testado. O *feedback* recebido demonstra aprovação superior a 70% em todos os quesitos elencados para análise do jogo.

A proposta da produção de um jogo sério para os conteúdos da EA, focada na sustentabilidade, vem ao encontro da necessidade da escola, visto que na revisão sistemática de literatura foi constatado uma diversidade de enfoques e pouco material que pudesse ser utilizado com alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. Assim, foi possível elaborar uma proposta que contempla conteúdo da EA como: plantio, compostagem, área de proteção entre outros, sendo estes conteúdos presentes nas competências da Base Nacional Comum, na área de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental.

O jogo denominado “*Fazenda Sustentável*” aborda a temática em diferentes contextos no qual o jogador poderá executar ações que repercutem em pontos sustentáveis usados em novas ações e na sensibilização para a prevenção dos problemas ambientais. O jogo foi desenvolvido para ser utilizado pelo professor em sala de aula de acordo com planejamento pedagógico, entretanto poderá ser utilizado fora do espaço escolar como um facilitador de aprendizagem.

O jogo foi testado por usuários adultos de diferentes faixas etárias e formações o ponto comum da maioria é a familiaridade com jogos digitais e a perspectiva futura de atuarem na área educacional. O objetivo foi avaliar a usabilidade e a experiência do jogador, as respostas obtidas, via questionário *online*, usando a metodologia MEEGA++, foram positivas e demonstraram que o jogo tem potencial para auxiliar na sensibilização e aprendizagem envolvendo as temáticas da EA.

A pesquisa demonstrou que o uso da tecnologia digital dos *smartphones* foi decisivo para a aplicação do jogo, logo é possível afirmar que a telefonia móvel poderá contribuir não somente com o ensino formal, mas também em outros projetos que trabalhem com temas da EA.

Para trabalhos futuros seria a aplicação do jogo “Fazenda Sustentável” com o público escolar dos anos iniciais e a integração no planejamento didático do professor, pois esta primeira etapa da pesquisa conseguiu testar e provar que o jogo desenvolvido é viável e possui potencial de aplicação no ensino e na conscientização ambiental.

Como atualizações futuras pretende-se adicionar outras etapas de jogo envolvendo mais ações e questões relacionadas ao meio ambiente, mantendo a autonomia do jogador para tomar a decisão ambientalmente correta ou não, melhorar o sistema de ranking para ser integrado nas redes sociais como *facebook*, além da implementação de mini games de *puzzle* dentro do jogo para obter recompensas especiais, assim como a atualização do blog do jogo.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Carla. **O jogo em Jogo: a contribuição dos games para o processo de ensino de estudantes.** In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo (org.). Ludicidade, Jogos digitais e gamificação na aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2020. Cap. 17. p. 39-47.
- ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY (comp.). **ACM Digital Library: Digital Library.** 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- BRASIL. Diretoria de Educação Ambiental. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Educação (org.). **Programa nacional de educação ambiental - ProNEA.** 3. ed. Brasília, 2005. 102 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Resumo Técnico: **Censo Escolar da Educação Básica 2021.** Brasília, DF: Inep, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2021.pdf. Acesso em 4/12/2022
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.. **Lei:** Legislação federal. Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 8 dez. 2022.
- CARVALHO, Carlos Vaz de. **APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS: game-based learning.** In: **II WORLD CONGRESS ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY, 2., 2015, Vigo. Congress.** [S.L.]: Copec, 2015. p. 176-181. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/wcseit2015/proc/works/40.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede.** 6. ed. São Paulo: Paz e Terra Ltda, 2011. 698 p. Tradução Roneide Venâncio Majer.
- CHUNG-SHING, Chan; YAT-HANG, Chan; AGNES, Fong Tsz Heung. The effectiveness of online scenario game for ecotourism education from knowledge-attitude-usability dimensions. **Journal Of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education,** [S.L.], v. 27, p. 100264, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhlste.2020.100264>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473837620302008?via%3Dihub>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- COGHLAN, Alexandra; CARTER, Lewis. Serious games as interpretive tools in complex natural tourist attractions. **Journal Of Hospitality And Tourism Management,** [S.L.], v. 42, p. 258-265, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.01.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1447677020300516>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- CONSTRUCT 3: Make Games With. Disponível em: <https://www.construct.net/en>.

CORDENONSI, A.Z. **Artefatos Técnicos e Tecnológicos: Identificação e Cadastro**. Santa Maria: 2021. Relatórios Técnicos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede, v. 3., n.1. Disponível em: <https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santamaria/ppgter/ppgter-dir-24-2021-tec/>

COUTINHO, Isa de Jesus; ALVES, Lynn Rosalina Gama. Avaliação de jogos digitais com finalidade educativa: contribuição aos professores. **Hipertextus: Revista Digital**, Pernambuco, v. 16, n. 1, p. 8-28, jan. 2016. Semestral. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/hipertextus/issue/view/3069>. Acesso em: 10 dez. 2022.

Elsevier Science Inc., 2002. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. 12 dez. de 2021.

FERREIRA, José Edilson; PEREIRA, Saulo Gonçalves; BORGES, Daniela Cristina Silva. A importância da educação ambiental no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Educação e Cultura**, São Gotardo, v. 7, p. 104-119, 1 jan. 2013. Semestral. Disponível em: <http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura>. Acesso em: 20 dez. 2022.

FIEDLER, Sonja T.; HEYNE, Thomas; BOGNER, Franz X.. COVID-19 and lockdown schooling: how digital learning environments influence semantic structures and sustainability knowledge. **Discover Sustainability**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 01-13, 25 jul. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43621-021-00041-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-021-00041-y#article-info>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 198 p. (Coleção Pesquisa qualitativa). Tradução de Roberto Cataldo Costa.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

HUANG, Tien-Chi; CHEN, Chia-Chen; CHOU, Yu-Wen. Animating eco-education: to see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. **Computers & Education**, [S.L.], v. 96, p. 72-82, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131516300288>. Acesso em: 23 dez. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por **Amostra de Domicílios Contínua 2019**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794_informativo.pdf. Acesso em 4/12/2022

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS. Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (comp.). **IEEE Xplore: biblioteca digital**. 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

JANAKIRAMAN, Shamila; WATSON, Sunnie Lee; WATSON, William R.; NEWBY, Timothy. Effectiveness of digital games in producing environmentally friendly attitudes and behaviors: a mixed methods study. **Computers & Education**, [S.L.], v. 160, p. 104043, jan.

2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104043>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131520302414>. Acesso em: 10 dez. 2022.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2012. 141 p.

KRÜGER, Eduardo L.. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 4, p. 37-45, 9 dez. 2001. Semestral. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v4i0.3038>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/index>. Acesso em: 10 dez. 2022.

LEFF, Enrique. Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 34, n. 3, p. 17-24, jul. 2009. Trimestral. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/9515> Acesso em: 21 out. 2022.

LEMONS, André. **Cidade e mobilidade.: telefones celulares, funções pós-massivas e territórios informacionais**. Matrizes, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 121-137, out. 2007. Quadrimestral. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/matrizes/article/view/38180>. Acesso em: 04 dez. 2022.

LO, Jung-Hua; LAI, Yu-Fan. The Study of using Augmented Reality Technique in Children's Natural Ecology Learning by Technology Acceptance Model. In: 2019 8TH INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCED APPLIED INFORMATICS (IIAI-AAI), 8., 2019, Toyama, Japão. **Anais [...]**. [S.L.]: Ieee, 2019. p. 1045-1046. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8992695>. Acesso em: 12 dez. 2022.

LO, Jung-Hua; LAI, Yu-Fan. The Study of using Augmented Reality Technique in Children's Natural Ecology Learning by Technology Acceptance Model. **2019 8Th International Congress On Advanced Applied Informatics (Iiai-Aai)**, Toyama, p. 1045-1046, jul. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iiiai-aa.2019.00219>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8992695>. Acesso em: 23 dez. 2022.

MARCONI, Annapaola *et al.* Exploring the world through small green steps. **Proceedings Of The 2018 International Conference On Advanced Visual Interfaces**, [S.L.], p. 1-1, 29 maio 2018. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/3206505.3206521>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3206505.3206521>. Acesso em: 22 dez. 2022.

MONTEIRO, Angélica (org.). **A educação à distância e elearning na web social**. 2. ed. Portugal: Printhus, 2014. Cap. 8. p. 161-174.

NASCIMENTO, Leonardo Vianna do *et al.* **Context recognition and ubiquitous computing in smart cities: a systematic mapping**. Computing, [S.L.], v. 103, n. 5, p. 801-825, 5 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00607-020-00878-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00607-020-00878-7#Abs1>. Acesso em: 15 dez. 2022.

NUNES, Eunice P. S. *et al.* Mobile serious game proposal for environmental awareness of children. **2016 Ieee Frontiers In Education Conference (Fie)**, Erie, Pa, Eua, p. 1-8, 12 out.

2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/fie.2016.7757353>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7757353>. Acesso em: 22 dez. 2022.

NUNES, Nuno Jardim; NISI, Valentina; RENNERT, Kara. BeEco: co-designing a game with children to promote environmental awareness - a case study. **Proceedings Of The 2016 Chi Conference Extended Abstracts On Human Factors In Computing Systems**, [S.L.], p. 718-727, 7 maio 2016. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2851581.2851585>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2851581.2851585>. Acesso em: 22 dez. 2022.

OKADA, Alexandra *et al.* Mídias sociais e recursos educacionais abertos móveis na pesquisa acadêmica do século XXI. In: MOREIRA, J. Antonio; BARROS, MELARE, Daniela;

PAULA, Bruno Henrique de; VALENTE, José Armando. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Iberoamericana de Educación (Rie)**, Madri, v. 70, n. 1, p. 9-28, 15 jan. 2015. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/70>. Acesso em: 10 dez. 2022.

PETRI, Giani; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse; BORGATTO, Adriano Ferreti. **Evolução de um Modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação**. In: XXV WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO ARTIGOS, 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Sbc, 2017. p. 2327-2336. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/3549>. Acesso em: 8 dez. 2022.

POLYS, Nicholas *et al.* Finding frogs: using game-based learning to increase environmental awareness. **Proceedings Of The 22Nd International Conference On 3D Web Technology**, [S.L.], p. 1-8, 5 jun. 2017. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/3055624.3075955>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3055624.3075955>. Acesso em: 22 dez. 2022.

PRIYADARSHINI, Rajashri *et al.* Carbon Warrior: a game-based environment to understand carbon footprint and its effect on sustainable living. **2021 International Conference On Advanced Learning Technologies (Icalt)**, [S.L.], p. 291-293, jul. 2021. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icalt52272.2021.00094>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9499777>. Acesso em: 22 dez. 2022.

RIBEIRO JÚNIOR, Nildo dos Santos *et al.* **Uma experiência com inovação e empreendedorismo na Educação**. In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo (org.). *Ludicidade, Jogos digitais e gamificação na aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2020. Cap. 17. p. 167-170.

ROSSANO, Veronica; ROSELLI, Teresa; CALVANO, Gabriella. **Multimedia Technologies to Foster Ecological Skills**. 2017 Ieee 17Th International Conference On Advanced Learning Technologies (Icalt), Timisoara, p. 128-130, jul. 2017. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icalt.2017.76>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8001738>. Acesso em: 23 dez. 2022.

SANTOS, Maykol Livio; SOUZA, Rodrigo de; SILVA, Maria do Carmo L. da. **MEIO: m-learning, social networks and gamification for environmental education**. 2016 8Th Euro American Conference On Telematics And Information Systems (Eatis), Cartagena, p. 1-8,

abr. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/eatis.2016.7520119>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7520119>. Acesso em: 23 dez. 2022.

SEGURA, Denise S. Baena. Um olhar sobre a educação ambiental nas escolas: educação ambiental nos projetos transversais. In: BRASÍLIA. Soraia Silva de Mello. Ministério da Educação (org.). **Vamos cuidar do Brasil::** conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília: Secad, 2007. Cap. 2. p. 95-102. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao3.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2022.

SILVA, Júlio Cesar Modesto da; MARAN, Vinícius. **Gamification applications in mathematic education: a systematic mapping.** Ciência e Natura, [S.L.], v. 42, p. 9, 18 fev. 2020. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x42317>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/42317>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SILVA, Mateus A. Sousa e; SALES, André Barros de; MENDES, Fabiana Freitas. **Aspectos de qualidade em jogos sérios digitais.** Renote, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 207-216, 28 jul. 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.118428>. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/118428>. Acesso em: 10 dez. 2022.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; ROLAND, Leticia Coelho; FABRE, Marie-Christine Julie Mascarenhas; KONRATH, Mary Lúcia Pedroso. **Jogos Educacionais. Novas Tecnologias na Educação,** Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1-1, mar. 2004. Semestral. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13719>. Acesso em: 10 dez. 2021.

TSAI, Meng-Han *et al.* Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: the case of battle of flooding protection. **International Journal Of Disaster Risk Reduction,** Taiwan, v. 43, p. 101393, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101393>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420919300214>. Acesso em: 20 dez. 2022.

UNCED - CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1992), 1., 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21 (global).** Brasília: Ministério do Meio Ambiente - Mma, 1992. 391 p. Disponível em: <https://www.ecologiaintegral.org.br/Agenda21.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2022.

WIKIMEDIA FOUNDATION (San Francisco) (comp.). **Wikipédia:: enciclopédia livre.** California, 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/geração>. Acesso em: 8 dez. 2022.

ZELTZER, Carla. **Programação de jogos com o fazgame: uma estratégia pedagógica para formação dos jovens do século XXI.** In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo (org.). Ludicidade, Jogos digitais e gamificação na aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2020. Cap. 8. p.86-100.

APÊNDICE A – MANUAL FAZENDA SUSTENTÁVEL

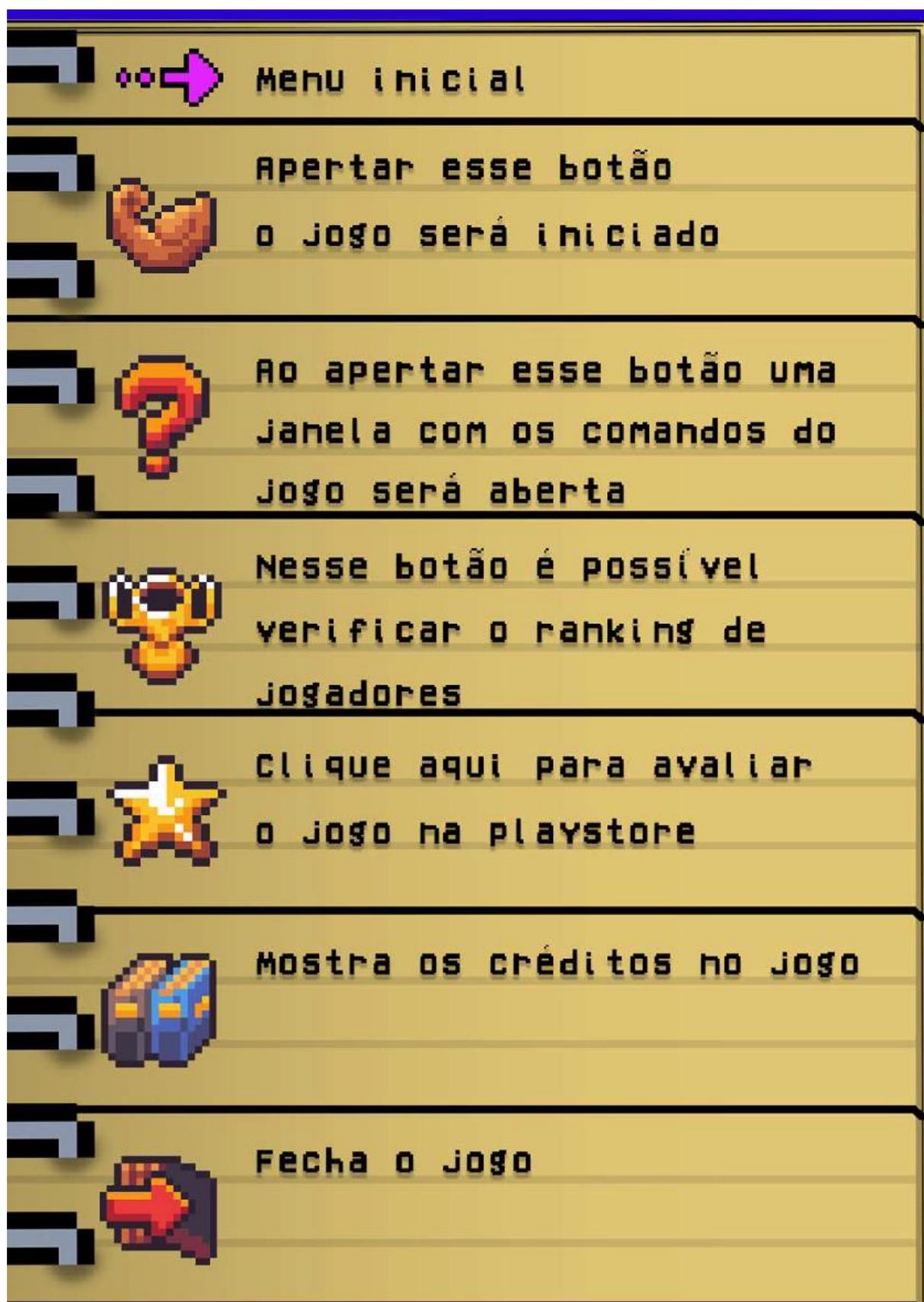


Oi, meu nome é Bob, o sol.
Tudo bem? Espero que sim,
nesse manual irei te ajudar
com os primeiros passos
para jogar!



USE O QR CODE
PARA acessar o
jogo!







COMO JOGAR



AO realizar a colheita
receba dinheiro, e o
utilize na loja

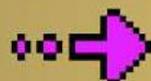


MISSÕES



Nessa área você pode
cumprir missões para
alcançar recompensas.

para receber pontos
sustentáveis existem duas
formas, de forma passiva e
ativa, que são obtidos de
acordo com as ações dentro
do jogo.

 Horta



Prepare a terra



Regue a terra



pegue suas
sementes e
as plante



ao crescerem colha-as



Use o dinheiro
recebido na
colheita na loja



Use para remover a terra,
cuidado para não perder
suas sementes

 Abelhas



Você pode comprar até 6 enxames de abelhas



Quando a caixa estiver com mel transbordando



você pode recolher e ganhará pontos sustentáveis



Cuidado com o uso de agrotóxicos na plantação, eles podem matar seus enxames de abelhas



Pastagem



Você pode comprar uma vaca e uma ovelha, pois seu campo é pequeno



Compostagem



Recolhendo os dejatos animais podemos utilizá-los com o resto das plantações para criar adubo.



APP



Ao recuperar a área degradada plantando árvores, você receberá pontos sustentáveis



Menu



AO CLICAR NO MENU
encontre mais opções
de configurações
do jogo. Utilize seus
pontos sustentáveis
para participar
do ranking.

APÓS ISSO SEUS
pontos serão zerados



APÊNDICE B – CAPTURAS DE TELA DO JOGO



