

# Aplicação de um Modelo Híbrido na Criação do Jogo Querida Floresta para Pessoas com Deficiência Intelectual

Luan L. Silva<sup>1</sup>, Mariana I. Valentim<sup>2</sup>, Isabel Cristina Torrens<sup>1</sup>, Simone N. Matos<sup>1</sup>, Helyane B. Borges<sup>1</sup>, Tarcizio A. Bini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto Acadêmico de Informática – Univ. Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PR)

<sup>2</sup>Depto Acadêmico de Ensino – Univ. Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PR)

Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Ponta Grossa – PR – Brazil

{luansilva.2000, valentim, isabeltorrens}@alunos.utfpr.edu.br, {snasser, helyane, tarcizio}@utfpr.edu.br

**Abstract.** *This paper presents a hybrid model for the development of serious games that was created from the analysis of existing frameworks in the literature. The model was applied in the creation of a serious game called Querida Floresta that allows for awareness of forest conservation and destined for people with intellectual disabilities. As the model contains a requirements that can be used in the development of other games. The game meets the needs of students with intellectual disabilities due to its visual and sound resources.*

**Keywords:** *serious game, Science, intellectual disabilities*

**Resumo.** *Este artigo apresenta um modelo híbrido para desenvolvimento de jogos sérios que foi criado a partir da análise de frameworks já existentes na literatura. O modelo foi aplicado na criação de um jogo sério denominado de Querida Floresta que permite a conscientização da conservação das florestas e é destinado as pessoas com deficiência intelectual. Como resultado o modelo contém um conjunto de requisitos que pode ser reusado no desenvolvimento de outros jogos. O jogo atende as necessidades de alunos com deficiência intelectual devido a seus recursos visuais e sonoros.*

**Palavras-chave:** *jogos sérios, Ciência, deficiência intelectual*

## 1. Introdução

Os jogos, fundamentados no comportamento humano, são atividades voluntárias com caráter competitivo, que possuem regras e promovem a comunicação e o lazer [Huizinga, 2008; Tavares, 2021]. Em contrapartida, os jogos sérios se diferenciam pelo propósito instrucional ou educacional, aplicados ao desenvolvimento do pensamento lógico e abstrato, voltado à resolução de problemas e gerenciamento de tarefas. O uso de jogos sérios permite que o jogador assimile com mais facilidade as informações, estimulando a busca por soluções por meio de tentativas e erros [Kishimoto, 2016; Tavares, 2021].

A criação de um jogo sério, segundo Battistella *et al.* [2014, p. 2] “é uma tarefa desafiadora que requer uma abordagem criativa, porém sistemática”. Para que o jogo possa transmitir conhecimentos, além da construção de seu roteiro e desafios, é necessária a construção utilizando de processos de design interativos, prototipagens ao longo do desenvolvimento e testes [Fullerton 2008].

As características apresentadas pelos jogos sérios, torna-as ferramentas didáticas e atrativas às pessoas com Deficientes Intelectuais (DI). A deficiência intelectual é uma deficiência caracterizada por limitações significativas no funcionamento intelectual (referente a aprendizagem, raciocínio, solução de problemas, entre outros) e no comportamento adaptativo (coleção de habilidades conceituais, sociais e atividades do cotidiano) [AAIDD 2021].

O ensino e aprendizagem dos alunos com DI envolve várias disciplinas tais como Matemática, Informática, Português, Ciências, entre outras. A disciplina de Ciências presente no Ensino Fundamental e segmentado no Ensino Médio, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais [1997 p. 20], tem como finalidade abordar “os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde em diferentes níveis de profundidade e pertinência”. Neste contexto, o desmatamento, suas causas, consequências e soluções são pautas de interesse global, mas principalmente nacional, pois o Brasil é o berço da maior floresta do mundo, a Amazônica, além da Mata Atlântica.

De acordo com Nobre (2014), tomando como base o assunto Ciências no tópico meio ambiente, concluiu que o desmatamento no continente sul-americano reduziu o território da Mata Atlântica, a segunda mais extensa floresta da região, para menos de 10% de seu território original. Irregularidades climáticas, tais como chuvas, ventos e calor excessivos, além das secas, são fenômenos que coincidentemente vem aumentando com tais perdas. Uma medida para conscientizar alunos com DI sobre o uso indiscriminado de recursos naturais e a necessidade de contenção do desmatamento é possibilitar a ele o acesso a instrumentos didáticos efetivos, como jogos sérios relacionados ao assunto.

Este artigo apresenta um modelo híbrido que foi criado por meio da análise de *frameworks* de desenvolvimento jogos já existentes na literatura [Torrente *et al.* 2013, Sommeregger *et al.* 2012, Kickmeier-Rust *et al.* 2006 and Silva 2020]. O modelo foi aplicado no desenvolvimento de um jogo para promoção de Educação Ambiental denominado de “Querida Floresta”. O jogo foi construído considerando as características dos alunos com DI de uma escola da região na modalidade de Educação para Jovens e Adultos (EJA) na faixa etária de 18 a 60 anos. A jogo foi avaliado pelos jovens e adultos com DI abordando questões sobre usabilidade e aprendizagem.

## 2. Trabalhos Relacionados

Foi realizada uma pesquisa em busca de jogos sérios que conscientizassem seu público-alvo a respeito da importância das florestas. Durante a busca, foi encontrado um *survey* sobre desenvolvimento sustentável feito por Katsaliaki (2015). A autora buscou estudos nas bases *Web of Science*, *SciVerse* e *Scopus*, utilizando a seguinte combinação de palavras-chave: *game AND player AND sustainable AND (development OR environment)*. Sua pesquisa reuniu 49 jogos sérios, tanto digitais quanto físicos, os quais foram categorizados pela autora em 10 temas. Foram analisados 4 jogos encontrados por Katsaliaki (2015), cujo tema foi categorizado como “gerenciamento de ecossistema”, porque era o mais relacionado ao tópico de conscientização da importância de preservar as florestas. A Tabela 1 apresenta os jogos encontrados por Katsaliaki (2015).

Em seguida, foi realizada uma nova pesquisa bibliográfica com os mesmos critérios de busca e *string* adotados por Katsaliaki (2015), porém no período de 2015 a 2021. A busca retornou 2.072 respostas, porém só foram encontrados 4 trabalhos, conforme a Tabela 2, que apresentavam um jogo sério relacionado aos temas de

sustentabilidade. Nenhum dos trabalhos tinha como objetivo promover a conscientização sobre a preservação das florestas.

**Tabela 1. Jogos destinados ao Gerenciamento de Ecossistemas obtidos por Katsaliaki (2015)**

Nome do Jogo	Objetivo	Público-alvo	Gênero do Jogo
GO WILD! [Nordby 2016]	Alertar sobre os efeitos que a mudança climática tem nos animais e conscientizar sobre como nossas ações diárias que resultam em emissões de poluentes	Crianças	Jogo de tabuleiro digital
Build a Prairie [Pantò 2019]	Ensinar sobre preservação e restauração de pradarias da América do Norte	Não definido	Quizz
MHP [Fjællingsdal and Kristoffer 2019]	Simular relações de comunidades locais com a empresa de plantação de árvores (MHP) em relação ao uso de terras	Comunidades locais referentes	RPG que utiliza de sistemas multi-agentes
S.O.S 21 [Neset 2020]	Ensinar sobre as 3 dimensões da sustentabilidade	População jovem em geral	Aventura em mundo aberto multiplayer

**Tabela 2. Jogos sobre sustentabilidade de 2015 a 2021**

Nome do Jogo	Objetivo	Público-alvo	Gênero do Jogo
The Climate Adaptation Game	Oferecer ferramentas e informações a sociedade para tratar mudanças climáticas	Adolescentes do ensino médio	Jogo 2D de administração
Responsible	Informar, ensinar e facilitar reflexões sobre a sustentabilidade marítima	Crianças e adultos	Quizz
Eco	Reflexões sobre o papel da população na bio-conservação	Não encontrado	Jogo de simulação <i>online</i>
The Island Game	Mostra a relação entre o consumo humano e o ecossistema, e como podemos prevenir e reparar a poluição na terra	Crianças do ensino fundamental	Jogo 2D de administração

Para complementar a pesquisa, foi realizada também uma busca na plataforma *Google Play* de aplicativos Android, por jogos relacionados a ecologia usando a *string* “ecology game”. Foram encontrados 8 jogos de natureza educativa, em sua maioria não classificados como jogos sérios, conforme apresenta a Tabela 3.

As Tabelas 1, 2 e 3 trazem informações sobre jogos educacionais, sendo classificados como sérios ou não, relacionados à temática de sustentabilidade. Sobre o gênero dos jogos, as recorrências são jogos de simulação, *puzzles*, *quizzes* e estimulação. Observa-se também, a presença de pouco material que busca promover a conscientização a respeito da preservação de florestas. Apenas um dos jogos se aproxima do tema, que é o Arbo – Idle Tree [Arbo-Idle Tree 2019], um jogo digital não considerado como jogo sério, mas que possui o objetivo de ensinar sobre a importância das florestas. O jogo é focado em compartilhar informações sobre as diversas espécies de animais e vegetais presentes no simulador. O jogador administra o ciclo de desenvolvimento de uma planta (árvore) bem como a evolução do usuário no jogo. Conforme “evolui”, novas criaturas começam a ser apresentadas ao seu redor, ajudando-o a obter cada vez mais pontos.

**Tabela 3. Jogos sobre sustentabilidade - Google Play**

Nome do Jogo	Objetivo	Público-alvo	Gênero do Jogo
Save Earth.Jogo Estratégia Educacional Ecológico	Ensinar sobre problemas ecológicos reais e suas causas	Voltado para maiores de 13 anos	Jogo de estratégia
Save the eco - end of the world	Fazer o jogador zelar pelo meio ambiente	Público geral	Jogo de simulação
Ecosystem Inc: Save The Planet	Ensinar sobre o desenvolvimento sustentável da humanidade	Público geral	Jogo de simulação
Ecobuilder	Ensinar sobre fenômenos ecológicos e sobre o estudo de ecossistemas	Público geral	Jogo estilo quebra-cabeça
Arbo - Idle Tree	Ensinar a importância das árvores para a existência de habitats e sobre os animais que os habitam	Público geral	Jogo de simulação
Idle Ecoclicker: Save The Earth	Ensinar sobre o desenvolvimento sustentável da humanidade	Público geral	Jogo de simulação
Defensor da Natureza	Informar sobre problemas ambientais existentes e quais são as formas de proteger o meio ambiente	Público geral	Jogo de <i>puzzles</i> e atividades <i>point and click</i>
The Eco Game	Fazer o jogador zelar pelo meio ambiente	Não definido	Jogo de <i>puzzles</i>

### 3. Metodologia

Primeiramente foi realizada uma pesquisa por modelos ou *frameworks* destinados ao desenvolvimento de jogos sérios. Durante essa pesquisa deparou-se com o trabalho de Battistella *et al.* (2014) que apresentava alguns modelos para a criação de jogos no período de 1993 a 2013. Dessa forma, realizou-se uma nova busca complementando o período faltante (2014 a 2021). A partir da análise das metodologias encontradas desde 1993 a 2021 adaptou-se um modelo de desenvolvimento fundamentado em Torrente *et al.* (2013), Sommeregger *et al.* (2012), Kickmeier-Rust *et al.* (2006) e Silva (2020), criando um modelo híbrido para o desenvolvimento do jogo sério Querida Floresta.

Utilizou-se de subetapas de outros modelos (Tabela 4 - coluna Origem) adequadas à criação do jogo para pessoas com DI (Tabela 4 - coluna de subetapas). As atividades consideradas mais relevantes de cada *framework* escolhido foram selecionadas para comporem o modelo híbrido, distribuído em cinco etapas básicas (Planejamento, Análise, Projeto, Implementação, Avaliação) apresentadas na Tabela 4. A Lista de requisitos informa o que é desenvolvido em cada etapa.

Devido aos benefícios da utilização de processos ágeis na criação de *software*, foi decidido que o modelo de desenvolvimento seguiria um comportamento baseado no Scrum. Os *Product Backlogs* são as etapas com seus respectivos requisitos listados na Tabela 4, e a partir destes, são criadas as *Sprint backlogs*, a realização da *sprint* e reuniões até que o produto final estivesse completo.

**Tabela 4. Modelo Híbrido para desenvolvimento de Jogos Sérios**

Nome da Etapa	Subetapas	Origem	Lista de Requisitos
Planejamento	Definição do público-alvo, o estilo de aprendizado e o ambiente: - Características do público-alvo	Sommeregger <i>et al.</i> , 2012 Silva (2020)	Definir faixa etária do público-alvo, bem como suas características de aprendizagem.
	Identificação currículo	Kickmeier-Rust <i>et al.</i> (2006)	Solicitar à escola a PCN (Proposta Curricular Nacional).
	Escolha do tópico	Sommeregger <i>et al.</i> (2012)	Realizar uma reunião com as coordenadoras da escola para identificar qual conteúdo é mais interessante a ser abordado para a aprendizagem.
	Definição dos objetivos de ensino	Sommeregger <i>et al.</i> (2012) Kickmeier-Rust <i>et al.</i> (2006) Silva (2020)	Realizar uma reunião com as coordenadoras da escola, para definir os objetivos que devem ser atingidos no final da execução do jogo criado.
	Definição dos conceitos que serão adotados (ex. gamificação, colaboração etc.)	Torrente <i>et al.</i> (2014) adaptado a fase de projeto para a de planejamento.	A partir do perfil do público-alvo, quais conceitos são mais adequados para o público-alvo (ex. gamificação, colaboração etc.).
	Definição do método de avaliação de aprendizagem	Torrente <i>et al.</i> (2014)	Identificar quais dos métodos existentes, que sejam adequados para o público-alvo designado.
	<i>Design</i> de aprendizagem: - Desenvolver situações de aprendizagem - Desenvolver métodos de aprendizagem - Desenvolver situações de avaliação	Kickmeier-Rust <i>et al.</i> (2006)	Elaborar atividades que possam ao final do desenvolvimento, ser avaliadas quanto aos objetivos de aprendizagem traçados.
Análise	Definições do jogo - Definir mecânicas do jogo	Sommeregger <i>et al.</i> (2012) Silva (2009)	Definir o gênero do jogo e quais as mecânicas que serão utilizadas para compô-lo.
	Prototipação: - Descrição do ambiente e o cenário	Torrente <i>et al.</i> (2014), adaptado a fase de implementação para a de análise.	Criação de todas as telas de funcionamento da mecânica do jogo.
Projeto	Identificação dos módulos		Identificar os módulos que compõem o jogo, e suas prioridades de implementação.
Implementação	Codificação no ambiente escolhido		Desenvolver cada módulo identificado.
Avaliação	Avaliação de funcionalidade: - Criar cenários de testes, para verificar se o software funciona. - Avaliação da aprendizagem: aluno e professor.		Criar cenários de testes, para verificar se o software funciona. Verificar se o método de avaliação aplicado está retornando o que foi definido.

#### 4. Resultados

A construção do jogo se iniciou pela etapa de Planejamento, identificando as características das pessoas com DI. Estas características foram levantadas pela participação das aulas de informática durante os anos de 2019 (presencial) e 2020 a 2021 (remoto) em uma instituição de modalidade de educação especial que atende pessoas com deficiência intelectual na faixa de 18 a 60 anos de idade. Algumas características que o

*software* deveria possuir são: pouco texto, som, narrador, imagens e conteúdo não infantilizado. Após esta identificação, foi decidido com a coordenação pedagógica da escola, que o jogo deveria contemplar assunto de Ciências, no que tange a sustentabilidade com o objetivo de ensinar a importância da conservação e preservação das florestas. Para verificar a existência de jogos com esta temática, foi realizada a busca relatada na Seção 2. Constatou-se que o tema ainda é pouco explorado pelos jogos educacionais e assim, o processo de definição de atividades para o jogo Querida Floresta foi iniciado.

Foram pesquisados materiais didáticos relacionados a sustentabilidade, nos anos iniciais do nível fundamental do ensino brasileiro, adaptando-se o conteúdo ao nível dos estudantes com DI da escola. O conteúdo para as atividades foi fundamentado no relatório de Nobre (2014) que aborda conteúdo sobre sustentabilidade. Entre os conceitos sobre preservação da floresta relacionado ao tema central do “Querida Floresta”, destacam-se (Nobre, 2014): i) floresta como abrigo e meio de alimentação da fauna silvestre; ii) a relação entre florestas e erosão do solo; iii) a produção de oxigênio pela vegetação florestal; bem como a iv) importância das florestas para a devolução da água que rega o solo, de volta para a atmosfera. Para o desenvolvimento das atividades que compõem o Querida Floresta foram selecionados os itens i) e ii).

Em relação aos elementos de jogo foram definidos: recursos como premiação de desbloqueáveis, como animais silvestres e árvores, ao completar uma fase, a presença de um narrador visual cuja tarefa é guiar o jogador durante o desenvolvimento da atividade e fornecimento de *feedback* constante das ações do jogador durante as fases.

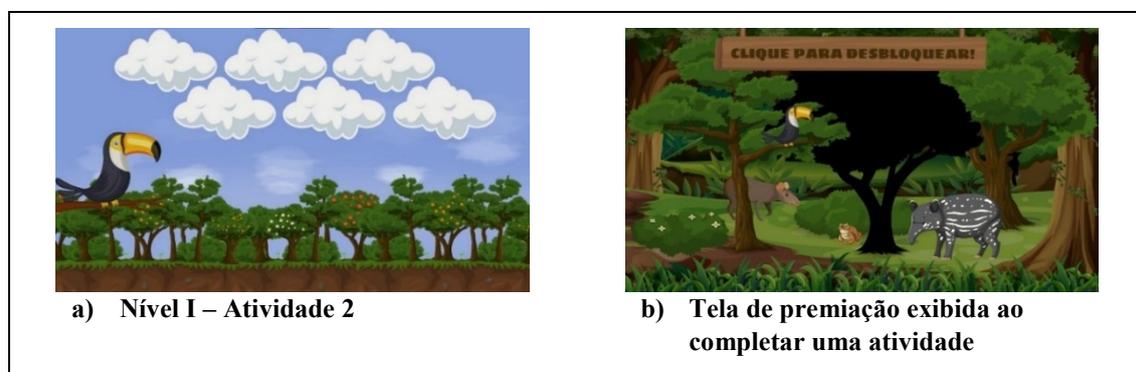
A avaliação de aprendizagem foi baseada na resolução de uma atividade do tipo *quiz*, desenvolvida e tematizada como a última fase do jogo. A coleta de dados das interações do jogador, como a quantidade de erros na resolução das atividades, e o tempo de resposta na interação com o *software*, estão presentes em todas as fases do jogo para complementar tal avaliação. Em adição a coleta de dados, foi planejado após a execução do jogo pelos alunos, a distribuição de um formulário *online* para avaliação das questões de usabilidade e aprendizagem do jogo. O *Design* de Aprendizagem, foi planejado contendo três atividades: subjetiva, narrativa e fixação. A aprendizagem subjetiva, ou seja, de forma indireta, seguida de uma atividade mais narrativa focada em ensinar o processo de transpiração das florestas. Como terceira atividade, foi desenvolvido um questionário interativo para a fixação dos conteúdos abordados e a avaliação da aprendizagem do aluno em relação as atividades anteriores.

Na etapa de Análise, foram definidas as mecânicas de cada uma das atividades (conforme a Tabela 5), a serem apresentadas ao aluno, juntamente com a produção dos protótipos de telas e cenários, desenvolvidos com base nas características de estudantes com DI. As interfaces gráficas do jogo foram construídas de maneira a atender às dificuldades dos alunos com DI, apresentando somente informações prioritárias, para que o objetivo da atividade seja disposto de maneira objetiva. Tal cuidado se reflete na presença de poucos botões em cada tela e em poucos elementos textuais, sempre priorizando a passagem de informações por meio das falas do narrador. Alunos com DI necessitam de pouco texto e mais imagens não infantilizadas, som, entre outros, os quais foram identificados pelo convívio dos alunos. Por isto, o jogo Querida Floresta contém poucos elementos textuais, vários elementos visuais, explicações animadas e narração.

**Tabela 5. Mecânica das Atividades**

Nível	Atividade	Mecânica	Ao acertar	Ao errar
Nível I	Atividade 1	Clicar quando 3 nuvens aparecerem, cada nuvem aparece no intervalo de 1 segundo.	Avança para a Atividade 2	Usuário tenta novamente a atividade
	Atividade 2	Clicar quando 6 nuvens aparecerem, cada nuvem aparece no intervalo de 0,975 segundos.	Avança para a Atividade 3	
	Atividade 3	Clicar quando 9 nuvens aparecerem, cada nuvem aparece no intervalo de 0,95 segundos.	Recebe recompensa e avança para o Nível II	
Nível II	Atividade 1	Selecionar o elemento visual correto para resolver a problemática do cenário.	Recebe recompensa e avança para o Nível III	
Nível III (Quiz)	Questão 1	Responder em que lugar os animais silvestres podem encontrar comida e moradia para viver	Avança para a Atividade 2	
	Questão 2	Responder em qual lugar os seres vivos serão afetados por falta de chuvas e calor intenso	Avança para a Atividade 3	
	Questão 3	Responder como é chamado o processo que as árvores participam para a formação de nuvens de chuva	Recebe recompensa final	

A interface gráfica do nível I – Atividade 2 (Figura 2 (a)) apresenta ao usuário, um cenário de uma floresta em um dia ensolarado e sem nuvens. O aluno por sua vez, deve observar a formação de nuvens no céu, e no momento certo, fazer cair a chuva por meio de um clique com do *mouse*. O aluno deverá interagir com o cenário somente quando um número específico de nuvens, explicitado na introdução do jogo, serem acumuladas no céu. A atividade é composta por três níveis, que aumentarão a quantidade de nuvens requisitada e a velocidade em que elas aparecerão no céu do cenário para cada nível completo.



**Figura 2. Telas de Nível I e de Premiação**

Para o proporcionar ao usuário um estímulo para completar as atividades, foi decidido aplicar um dos elementos de jogos sérios na conclusão de cada fase, para recompensá-lo com desbloqueios temáticos para cada atividade. Ao terminar o desbloqueio, o usuário é movido para a tela de premiação, mostrada pela Figura 2(b), em que o mesmo desbloqueia árvores, plantas e animais únicos para comporem o cenário, que decoram a cena junto aos elementos obtidos nas fases anteriores.

Em todas as atividades existe a presença do narrador (Tucano). O tucano recebeu diversas falas gravadas pelo autor para suprir a necessidade de transmitir informações de forma não textual. Com a reprodução destes áudios, suas narrações são personalizadas para cada atividade, objetivando assim, imergir o jogador no contexto da fase, bem como antecipar possíveis dúvidas durante a realização das atividades. O conjunto de falas da primeira atividade está descrito na Tabela 6.

**Tabela 6. Falas do narrador do Tucano na primeira atividade**

Atividade	Ação	Fala do narrador
(I)	Introdução fase 1	O objetivo dessa fase é esperar 3 nuvens se formarem no céu e então apertar o botão do <i>mouse</i> para que chova na floresta. Para começar, aperte o botão iniciar
	Introdução fase 2	Agora na fase 2, você deve esperar 6 nuvens, muita atenção pois agora elas vão surgir mais rapidamente!
	Introdução fase 3	Agora você está na fase 3, a última fase desta atividade, você deve esperar 9 nuvens agora, e elas estão mais rápidas ainda. Vamos tentar acertar?
	Dica	Aperte o botão direito no <i>mouse</i> quando a quantidade pedida de nuvens estiver presente na tela, não esqueça de esperar a nuvem subir completamente.
	Clique no momento correto	Muito bem! Você apertou corretamente e fez chover no momento certo!
	Clique no momento incorreto	Ainda era muito cedo para chover, precisamos de (3, 6 ou 9) nuvens no céu. Vamos tentar novamente? Tenho certeza de que você vai conseguir!
	Ausência de clique	Você acabou não clicando a tempo, mas tente novamente. Eu sei que você consegue! Você é muito esperto e ágil!
	Agradecimento ao completar atividade	Meus parabéns! Você conseguiu finalizar a fase, a evaporação da água feita pelas árvores da floresta formou muita chuva para regar as plantas e saciar a sede dos animais que vivem por aqui

O narrador também foi encarregado de fornecer *feedback* para todas as tentativas do usuário nas atividades propostas, com a intenção de orientar o jogador quando o mesmo não atingir o objetivo proposto. Em seguida, incentiva a tentar resolver novamente.

A interface da segunda atividade (Figura 3 (a)) possui um cenário de um dia ensolarado com terreno seco, com grama e algumas plantas rasteiras, murchas e amareladas, além de animais expressando sede e calor. Abaixo do solo é visível, um pequeno aquífero. O usuário deve ajudar a flora e a fauna que está sofrendo com o calor e a falta de água. Para isto, deve arrastar um item da barra posicionada ao lado do cenário para dentro do mesmo. Cada item gera um efeito quando introduzido ao cenário. O objetivo é que o usuário do jogo descubra que, ao arrastar árvores para o cenário, as mesmas absorverão a água do aquífero e formarão chuva. O narrador visual (Tucano) irá introduzir a problemática ao jogador, inserindo-o no contexto e ensinando a mecânica de resolução da fase. Durante esta, o narrador também ensina sobre a importância da água para os seres vivos, tal qual a relação entre a vegetação, a chuva e os animais silvestres. Ressalta-se que ao final de cada nível o sistema contabiliza dados estatísticos que podem ser visualizados pelo jogador, conforme apresenta a Figura 3 (b). O objetivo da terceira atividade é que o aluno ajude o narrador a responder perguntas relacionadas a temática ensinada pelas duas atividades anteriores. A atividade é um *quiz* que contém a leitura de perguntas, feitas pelo narrador, e opções de respostas representadas por imagens ou botões. A opção correta deve ser selecionada por um clique do *mouse*. A definição dos módulos foi referente as atividades e menus criados. Cada menu ou atividade foi desenvolvido individualmente em uma cena, resultando no seguinte conjunto: Menu inicial; Menu de seleção de atividade; Atividade 1; Atividade 2; Atividade 3; Prêmios do jogador e Créditos.

O jogo foi implementado na Unity, uma *engine* de jogos 2D e 3D, usando sua linguagem padrão, C#. O *software*, em sua primeira versão, foi compilado para a

plataforma de *desktop* Windows e está disponível para *download* na página do Laboratório de Engenharia de Software e Inteligência Computacional (Lesic 2022). Para o desenvolvimento do *design* gráfico, foram coletados artes e vetores de três bancos de imagens livres de direitos autorais: Vecteezy, Pixabay e Png. Para a edição de imagens foi utilizado o *software* GIMP. A música tema e os efeitos sonoros escolhidos foram obtidos gratuitamente das plataformas Mixkit e Zapsplat, disponíveis gratuitamente *online*. As falas do narrador foram produzidas através por meio do *software* gratuito Audacity, o qual permitiu também a modulação dos áudios gravados, objetivando a adequação do tom de voz com a temática do personagem.



**Figura 3. Segunda atividade do “Querida Floresta”**

A realização de testes de usabilidade e de aprendizagem, o jogo Querida Floresta foi disponibilizado para os alunos de uma instituição de modalidade especial com DI. O teste e a avaliação do *software* foram conduzidos no laboratório de informática da instituição. Devido a aprovação geral de todos os recursos visuais e sonoros percebe-se que o Querida Floresta agradou de forma unânime os jogadores, com seu *design* colorido e lúdico. O que fornece expectativa para o desenvolvimento de próximas atividades com o mesmo estilo de *design*. No que diz respeito a análise da primeira atividade, a qual traz um teste de reflexos com aprendizagem indireta, esta foi avaliada como fácil pela maioria dos participantes, além de ser a preferida pelo público-alvo. A terceira atividade, o *quiz* interativo, o qual possui maior nível de interação com o usuário, também foi avaliada como fácil e agradou grande parte do público. Essas informações indicam a preferência do público-alvo em atividades de maior interação, em comparação às atividades mais narrativas, como a segunda atividade.

## 5. Conclusão

Este artigo apresentou um modelo híbrido fundamentado em *frameworks* da literatura destinados a criação de jogos sérios. O modelo híbrido pode ser reusado na criação de novos jogos e foi aplicado no desenvolvimento do Querida Floresta, um jogo para conscientização da importância da preservação de florestas. O conteúdo abordado pelo jogo ainda não foi contemplado em outros jogos semelhantes. O jogo atende pessoas com deficiência intelectual e sua interface considerou as características do público com DI em relação a presença de um narrador, no uso de imagens e textos curtos. Como trabalho futuro está sendo inserido mais atividades relacionadas ao tema dentro do jogo.

## 6. Agradecimentos

Agradecimento à Fundação Araucária pela bolsa concedida para realização deste projeto.

## 7. References

- AAIDD. (2021). “Amer. Assoc. on Intellect. and Developmental Disabilities”. Washington, DC.
- Arbo-Idle Tree. (2019). v. 0.8.807. Berlim (Berlim): it Matters Games. 2019.
- Battistella, P. *et al.* (2014). Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura. In *Workshop sobre Educação em Computação*. Porto Alegre (RS): p. 1446-1454.
- Brasil. (1997). “Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais”. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF.
- Farias, E. H. *et al.* (2013). MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, p. 316–325.
- Fearnside, P. M. (2009). A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais. 2. ed. Manaus (AM): Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
- Fjællingsdal, Kristoffer S.; Klöckner, Christian A. (2019). “Gaming green: the educational potential of eco—a digital simulated ecosystem”. *Frontiers in psychology*, v. 10, p. 2846.
- Fullerton, T. (2008). *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. 3. ed. Burlington: CRC press.
- Huizinga, J. (2008). *Homo Ludens: o jogo como elemento na cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2008.
- Jesus, T. H. O. de. (2019). Critérios para Avaliação de Usabilidade em Softwares na Educação Especial. 73 f. TCC – Univ. Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa.
- Katsaliaki, K. *et al.* (2015). Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field. In: *Simulation & Gaming*, v. 46, n. 6. p. 647–672, 2015.
- Kickmeier-Rust, M. *et al.* (2006). The ELEKTRA project: Towards a new learning experience. *M3–Interdisciplinary aspects on digital media & education*, p. 19-48.
- Kishimoto, T. M. (2016). *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- Lesic (2022). Laboratório de Engenharia de Software e Inteligência Computacional. <http://dainf.pg.utfpr.edu.br/lesic/site/produto/121>.
- Neset, T. S. *et al.* (2020). Serious gaming for climate adaptation-assessing the potential and challenges of a digital serious game for urban climate adaptation. *Sustainability*, v.12, n.5.
- Nobre, A. D. (2014). *O futuro climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica*. 1. ed. São José dos Campos (SP): Articulação Regional Amazônica (ARA).
- Nordby, Anders *et al.* (2016). The art of gamification; teaching sustainability and system thinking by pervasive game development. *Electronic Journal of e-Learning*, v. 14, n. 3, p. 152-168.
- Pantò, Eleonora. (2019). A game for Learning Ocean literacy: The ResponSEABLE project. *International Information & Library Review*, v. 51, n. 3, p. 247-252.
- Silva, F. G. M. (2020). Practical Methodology for the Design of Educational Serious Games. *Information*, v. 11, n. 1, p. 14.
- Sommeregger, P. *et al.* (2012). Brief guidelines for educational adventure games creation (EAGC). In *IEEE Fourth International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*. n. 4. Kagawa – Takamatsu, p. 120-122.
- Tavares, L. M. (2021). *Serious Games*. Curitiba: InterSaber, 2021.
- Torrente, J. *et al.* (2013). Development of Game-Like Simulations for Procedural Knowledge in Healthcare Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 7, n. 1, p. 69-82.