

# Litorália: um jogo digital para o ensino da biodiversidade brasileira

Gabriel Ponciano de Miranda

Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes  
Universidade Federal da Paraíba  
João Pessoa, Brasil  
gabrielpmjp@gmail.com

Ed Porto Bezerra

Departamento de Informática  
Universidade Federal da Paraíba  
João Pessoa, Brasil  
ed\_porto@uol.com.br

**Resumo**—Dificuldades severas no ensino de biodiversidade brasileira são apontadas por diferentes autores. Isto pode levar a uma falta de atenção à fauna e flora brasileiras, que sofrem grande risco devido à diminuição de medidas de proteção ambiental. Uma solução educacional é a aprendizagem baseada em jogos digitais. Jogos digitais possuem alto potencial educacional, porém muitas vezes desperdiçado devido a um mau uso da retórica procedimental. No ensino de Biologia, aplicações de jogos digitais com a temática de biodiversidade brasileira são escassas. Este artigo visa apresentar um protótipo de um jogo digital que incentive o conhecimento sobre os ambientes costeiros e marinhos em estudantes do ensino médio. O método de trabalho utilizado é o “*diGital educAtional gaMe dEvelopment methoDology (GAMED)*”, que se apropria de diferentes métodos acerca do desenvolvimento de jogos educacionais. Este trabalho encontra-se atualmente na fase de design de software. Como resultados preliminares foram identificados os objetivos de aprendizagem, elaboradas as mecânicas primárias do jogo e desenvolvido um protótipo. Os próximos passos do trabalho incluem: a definição da estética de jogo, a validação do protótipo, a implementação do software e a aplicação em turmas de ensino médio.

**Palavras-chave**—jogo sério, ensino-aprendizagem, alfabetização oceânica, educação ambiental, conservação

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil é detentor da maior biodiversidade da Terra. Estima-se que existam cerca de 200 mil espécies e que o território brasileiro abrigue quase 10% dos seres vivos de todo o mundo [1]. Apesar disso, o ensino de biodiversidade brasileira em escolas de ensino básico ainda passa por obstáculos. Diferentes autores encontraram não apenas concepções enviesadas sobre ecossistemas brasileiros, mas também a dificuldade por parte dos estudantes de identificar espécies ocorrentes naqueles locais [2]-[3]. Tal desconhecimento pode levar à pouca afeição dos alunos em relação à natureza [2]. Este distanciamento traz uma falta de atenção à biodiversidade brasileira, que vem sofrendo um grande risco devido à diminuição de medidas de proteção ambiental [4].

Em 2017, a UNESCO declarou que a década seguinte (2021-2030) seria denominada Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável. Dessa forma, em 2021 uma série de iniciativas foram lançadas com o objetivo de mobilizar recursos e incentivar pesquisas em prol dos oceanos [5]. Um dos pontos mais críticos nessa campanha

é o empoderamento da Alfabetização Oceânica, que é um termo que se refere ao entendimento da influência dos oceanos na sociedade e vice-versa [5]. Dessa forma, com o intuito de promover o desenvolvimento e a acessibilidade de recursos educacionais sobre Alfabetização Oceânica, este trabalho tem como modelo os ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil.

A aprendizagem baseada em jogos digitais tem se mostrado uma área com tendência crescente e resultados satisfatórios em aplicações desde a educação básica até o ensino superior [6]. Nas Ciências Naturais, o jogo digital também é uma abordagem efetiva, como mostra uma revisão sistemática realizada por Campos e Ramos com artigos publicados entre 2007 e 2017, que conclui que a maior parte das aplicações de jogos educacionais em turmas de ensino básico resultou em um aumento significativo nas notas dos alunos que foram submetidos à pesquisa. Apesar disso, nenhum dos artigos participantes desta pesquisa teve como tema central a biodiversidade brasileira. Isto evidencia a necessidade de aplicações nesta área [7].

O sucesso dos jogos como ferramenta educacional vem em parte da retórica procedimental, termo cunhado por Bogost [8]. Essa expressão conceitua um tipo de abordagem persuasiva exclusiva dos jogos. Ela se manifesta através dos sistemas, regras e processos do jogo, em contrapartida à outras mídias que são focadas em imagem, texto e áudio. Inclusive, o jogo digital se apropria tanto de retóricas características de outras mídias como da própria retórica procedimental para assim persuadir o jogador [8].

Apesar de possuírem um grande poder educacional devido à retórica procedimental, muitos jogos educacionais falham em engajar o aluno-jogador. Passarelli e colaboradores concluíram que um dos principais problemas encontrados em jogos educacionais é o fato de que muitos deles mascaram atividades de aprendizagem tradicionais, pautadas na memorização, diminuindo o entusiasmo no material [9]. Dessa forma, a retórica procedimental não é bem explorada, desperdiçando o potencial dos jogos educacionais.

A fim de fugir do uso de mecânicas tradicionais como perguntas e respostas e jogos de trilha, que podem dificultar uma boa retórica procedimental, este trabalho propõe uma mecânica de jogo baseada na fotografia como primária no engajamento de estudantes na aprendizagem de biodiversidade brasileira. O

uso da fotografia como mecânica pode ser associado a várias estéticas de jogo como a exploração e a coleção [10]. Segundo Poremba, as imagens retratadas são muitas vezes vistas como um meio de apropriação de uma conquista virtual, o que pode instigar um sentimento de colecionador no jogador [10].

Tendo em vista o exposto, o software desenvolvido tem como modelo o ecossistema costeiro e marinho, garantindo um ambiente de exploração ao jogador. Neste ambiente, espera-se que o jogador possa atuar como registrador da fauna e flora e de problemas ambientais, sendo influenciado positivamente no conhecimento acerca da biodiversidade brasileira e no pensamento conservacionista de estudantes do ensino médio.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

1) *Método de pesquisa*: O método de pesquisa usado é baseado no *Design Science Research* [11]. Ele sugere a criação de um artefato para a solução de um problema definido. Após a definição do problema, os requisitos do artefato devem ser elicitados, para a sua construção. Então, o artefato é aplicado, e então serão coletados dados para a avaliação do artefato como solucionador da problemática inicial.

2) *Método de trabalho*: O método de trabalho utilizado no desenvolvimento do artefato é baseado no "*digital educational gaMe dEvelopment methoDology (GAMED)*" [12]. Esta metodologia se apropria de um conjunto de métodos acerca do desenvolvimento de jogos educacionais. Um desses métodos tem como base um conceito de ciclo de vida do jogo, que é dividido em quatro etapas: Fase de *Game Design*, Fase de *Game Software Design*, Fase de Implementação e Publicação e Fase de Aprendizagem Baseada em Jogo. As duas primeiras etapas do ciclo possuem um número de processos que resultam em documentos textuais com o que foi produzido naquele processo. Os processos são os seguintes: formulação do problema educacional, geração da ideia de jogo, *design* de jogo, desenvolvimento de requisitos de jogo e *design* de software. Cada documento elaborado é passado por um controle de qualidade com 12 diretrizes básicas até a última fase do ciclo: aceitabilidade, desafio, clareza, efetividade, engajamento, divertimento, interatividade, localização, premiação, simplicidade, transformação e usabilidade. O modelo também prevê a frequente manutenção do programa com a integração de todas as etapas do ciclo.

3) *Formulação da equipe de desenvolvimento*: Foi formada uma equipe de desenvolvimento com voluntários das áreas de: Ciências Biológicas, Computação, *Design* e Música. A interdisciplinaridade da equipe vai ao encontro da necessidade de diferentes atribuições como seleção das espécies e problemas ambientais, elaboração da dimensão estética e programação. Reuniões semanais estão sendo realizadas a fim de estabelecer uma boa comunicação e interação entre os integrantes da equipe.

4) *Escolha de espécies*: A definição das espécies animais e vegetais abordadas está sendo realizada com base em *check-lists* de espécies e na lista de animais ameaçados de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

5) *Elaboração do game design e implementação de software*: Atualmente o jogo se encontra em fase inicial de prototipagem. A etapa de game design está sendo prosseguida de acordo com os fundamentos citados por Schell [13]. Para a implementação do jogo, a *game engine* utilizada será a versão mais recente da Unity, que usa a linguagem de programação C#. Ao início da última etapa do ciclo, um documento contendo as orientações pedagógicas para a aplicação do material será elaborado. Este documento irá conter informações sobre os objetivos e enredo do jogo, assim como instruções de como executar e jogá-lo.

6) *Aplicação nas escolas*: Parcerias com escolas públicas de ensino médio serão firmadas para a aplicação do material. É desejável que as instituições parceiras possuam laboratórios de informática, uma vez que o jogo será para computadores. Turmas do terceiro ano do ensino médio participarão da pesquisa, devido ao conteúdo abordado.

Serão aplicados dois questionários semiabertos: um antes e outro após a aplicação do jogo. O primeiro questionário aplicado (pré-teste) servirá como detector do padrão de conhecimento sobre os ambientes costeiro e marinho, sua biodiversidade típica e o pensamento conservacionista de cada jogador. O segundo questionário (pós-teste) irá verificar essas mesmas variáveis e contará com perguntas relacionadas à experiência de jogo. Dessa forma, a coleta de dados final servirá tanto para validar o material como incentivador do ensino de biodiversidade, quanto para fornecer um *feedback* acerca do *software* empregado em sala de aula. O *feedback* recolhido será incorporado à versão final do jogo, que será disponibilizada para download publicamente.

## III. RESULTADOS PRELIMINARES

O desenvolvimento de Litorália encontra-se na fase de *design* de software. Isto significa que os resultados aqui apresentados são referentes à definição dos objetivos de aprendizagem, o game design e sua adequação aos objetivos educacionais definidos e ao desenvolvimento de uma versão inicial do protótipo.

### A. Objetivos de Aprendizagem

Foram definidos cinco objetivos de aprendizagem. Assim, ao final da aplicação do artefato desenvolvido, os alunos-jogadores deverão ser capazes de: a) explicar as características dos ambientes principais de uma região costeira do Brasil; b) reconhecer espécies típicas do bioma costeiro; c) associar os organismos encontrados a alguma(s) de suas funções ecológicas no ecossistema; d) compreender quais são alguns dos problemas ambientais que afetam o ambiente costeiro e marinho e; e) saber como proceder em algumas situações de perigo ao meio-ambiente e/ou aos humanos. Estes objetivos servem como base para a formulação do game design do jogo.

### B. Game design

O documento de *Game Design* foi elaborado e passa colaborativamente pelo controle de qualidade da equipe de desenvolvimento à medida que as outras etapas do desenvolvimento são realizadas.

1) *Dimensão procedimental*: O jogo será situado em um ambiente virtual em 2D, com câmera em perspectiva *top-down* (de cima para baixo). Esta abordagem permite que a personagem controlada pelo jogador se desloque por todas as direções, e não apenas esquerda e direita, como no caso de um jogo de plataforma. Isso confere ao jogador uma maior capacidade de exploração horizontal.

O ambiente a ser explorado é uma cidade costeira com três ambientes principais: a costa, o mangue e o Recife. A costa é caracterizada no jogo pela faixa de água, faixa de areia, e vegetação adjacente. O mangue é caracterizado pela área de vegetação terrestre do encontro do mar com o rio. O Recife é uma formação rochosa que serve como habitat para várias espécies marinhas. O jogador ainda pode acessar a escola, que é o local no qual ele recebe as missões para avançar no jogo.

A progressão do jogo se dá através de três missões designadas à personagem principal: a) fotografar as espécies da fauna e flora ocorrentes nos três ambientes do jogo; b) identificar os problemas ambientais encontrados no ambiente do jogo; c) conscientizar a comunidade sobre as questões ambientais do ecossistema. Estas missões são cumpridas através de duas mecânicas principais: fotografar e dialogar com personagens não jogáveis (NPCs: do inglês, *non-player characters*).

Ao encontrar uma espécie em um dos três ambientes do jogo, o jogador deve fotografá-la para que ela seja registrada e disponibilizada na coleção. Esta coleção traz uma imagem do organismo em ambiente natural e informações importantes sobre os organismos registrados, como nome comum, nome científico, ocorrência e risco de extinção.

A mecânica de conversa com os personagens se baseia em diálogos de texto de múltipla escolha. O jogador deve sempre escolher a argumentação certa em uma série de falas do interlocutor. Caso o jogador acerte todas as argumentações, o NPC é conscientizado, fazendo com que o jogador progrida naquela missão. Em caso de erro, aquela conversa termina, podendo ser iniciada mais tarde no jogo.

O fluxograma apresentado na Fig. 1 mostra como é o ciclo geral da jogabilidade. Ao iniciar um novo dia no jogo, o jogador anda pela cidade até algum lugar de sua escolha. Caso ele vá até a escola, deve então interagir com alguma personagem para que esta lhe dê uma missão. Então, o jogador deve voltar a explorar a cidade em busca de realizar as tarefas requisitadas para concluir a missão atual. Assim que o jogador completar as três missões do jogo e entrar na escola, será exibida uma cena final e então o jogo estará finalizado.

2) *Dimensão narrativa*: O título escolhido foi Litorália, remetendo aos elementos do litoral brasileiro. Com o intuito de fazer com que o jogador se identifique mais com o jogo, optou-se por criar a personagem principal com nome e características físicas customizáveis. Além disso, foi atribuída a ocupação de estudante do ensino médio à personagem, já que este é o público-alvo desta pesquisa.

A história gira em torno da personagem principal se encantando pela natureza após uma aula de Biologia e, a partir daí, realizando ações em prol da conservação do meio-ambiente. A

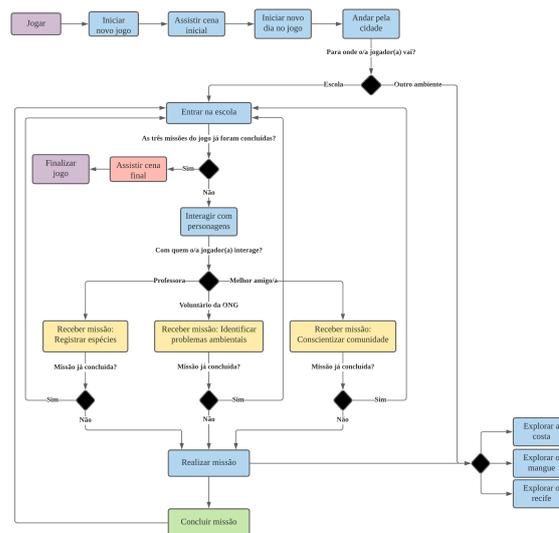


Fig. 1. Fluxograma representando o ciclo geral de jogabilidade.

principal mediadora dessas ações é a professora de Biologia, que sugere que a personagem principal utilize seu celular como registrador da natureza e dos problemas ambientais da cidade. Outros personagens também interagem com a personagem principal distribuindo missões, como sua melhor amiga e um voluntário de uma organização ambientalista.

3) *Dimensão estética*: Devido ao estágio inicial de desenvolvimento, o estilo final da arte do jogo ainda não foi determinado. Apesar disso, definiu-se que mesmo que a arte não seja realista, um esforço deve ser feito a fim de enfatizar características facilmente reconhecíveis em ambiente natural. Em relação ao estilo musical, foi decidido que ritmos brasileiros sejam abordados, tanto para que a trilha sonora tenha ligação com a ambientação, como para que a cultura local seja reconhecida.

C. *Adequação do game design aos objetivos educacionais*

Uma sinergia ideal entre as três dimensões do game design do jogo é essencial para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados. Com isso em vista, foi elaborado um quadro explicativo (Tabela 1) relacionando os cinco objetivos educacionais visados com o *design* de jogo.

D. *Prototipagem*

Um protótipo de alto nível foi desenvolvido na *game engine* Unity com gráficos simples (Fig. 2). Nesta versão, existem três espécies exemplo, representadas por formas geométricas coloridas: o ser humano (quadrado), a maria-farinha (elipse bege) e o coqueiro (polígono marrom e verde). A movimentação se dá através das setas direcionais do teclado ou das teclas WASD. Para dialogar com um NPC, o jogador deve se aproximar do interlocutor e apertar "Enter". Ao apertar o botão direito do mouse, o jogo entra em modo de fotografia e o cursor do mouse indica se o local apontado contém uma espécie registrada ou não. Para abrir o painel de coleção de

TABELA I  
 QUADRO EXPLICATIVO ACERCA DE COMO OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM SERÃO ALCANÇADOS.

Objetivo de aprendizagem	Como o objetivo é alcançado?
Explicar as características dos ambientes principais de uma região costeira do Brasil.	Através da associação dos fatores bióticos e abióticos encontrados ao ecossistema costeiro ou marinho. A mecânica de fotografia tem como objetivo a fixação da imagem destes fatores pelo estudante. Além disso, a mecânica de diálogo pede do jogador um julgamento correto de afirmações que possuem conteúdo pertinente deste tema.
Reconhecer espécies típicas do bioma costeiro.	Através da combinação da mecânica de fotografia de espécies com uma arte que evidencie caracteres reconhecíveis dos organismos abordados. Além disso, a coleção de fotos com as espécies registradas mostra ao jogador uma imagem do organismo em ambiente natural e informações importantes sobre o mesmo.
Associar os organismos encontrados a alguma(s) de suas funções ecológicas no ecossistema.	Através do posicionamento correto das espécies no cenário e de diálogos. Identificar o local de um organismo já é um indicio do papel daquela espécie naquele ecossistema. Para que a função ecológica destes fique clara, conversas com NPCs sobre determinados seres serão presentes.
Compreender quais são alguns dos problemas ambientais que afetam o ambiente costeiro e marinho.	Através das mecânicas de diálogo e de fotografia. Muitas conversas existentes no jogo se referem a quais são os problemas ambientais e como mitigá-los.
Saber como proceder em algumas situações de perigo ao meio-ambiente e/ou aos humanos.	Através da narrativa. Algumas situações postas no jogo são perigos aos humanos (p. e. uma caravela na praia). Nessas situações, NPCs descrevem os perigos e o que fazer.

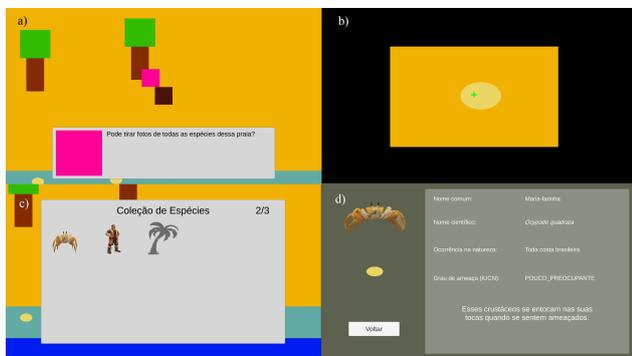


Fig. 2. Protótipo inicial do jogo. a) Diálogo entre a personagem controlável e um NPC. b) Câmera do jogo em modo fotografia. O cursor verde indica que a espécie ainda não foi registrada pelo jogador. c) Coleção de espécies do jogo. d) Painel de informações sobre a maria-farinha.

espécies, o jogador deve apertar a tecla "C" do teclado. Este painel exibe as espécies já registradas em colorido e as não registradas em cinza. Clicando com o botão esquerdo em alguma espécie disponível, um painel de informações é aberto, exibindo dados sobre a espécie escolhida.

Como próximos passos, serão feitos a validação do protótipo e os aprimoramentos no mesmo, como adição de diferentes espécies, personagens e ambientes. A inserção da arte e música no jogo será feita assim que esses elementos forem terminados.

#### IV. CONCLUSÃO

Para traçar uma solução para o ensino de biodiversidade com base no jogo digital é necessário um bom uso da retórica procedimental em conjunto a um conteúdo curricular coerente, que aborda os principais problemas ambientais dos ecossistemas brasileiros. Este estudo propõe e incentiva uma abordagem distante da tradicionalmente utilizada em jogos educacionais, substituindo mecânicas pautadas na memorização e repetição de comportamento por mecânicas construtivistas que promovem a exploração e interação do estudante.

O desenvolvimento do jogo se encontra em estágio inicial, sendo necessários ainda: a) definição do estilo artístico do jogo; b) validação e aperfeiçoamento do protótipo; c) implementação e publicação; e d) aplicação. Apesar disto, a etapa de *game design* teve como resultado positivo a concepção de mecânicas diferentes das habitualmente usadas em jogos sérios de educação. Através destas mecânicas espera-se que os objetivos educacionais sejam atingidos. Dessa forma, o artefato aqui abordado pretende promover a exploração da retórica procedimental presente nos jogos educacionais.

#### REFERÊNCIAS

- [1] T. M. Lewinsohn and P. I. Prado, "How many species are there in Brazil?," *Conservation Biology*, vol. 19, no. 3. 2005, doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x.
- [2] A. M. Ziegler, T. M. Biasus, and F. Zakrzewski, "Sentimento de pertencimento de estudantes à Mata Atlântica: do desconhecimento à pouca afeição," *Revista Perspectiva*, vol. 38, no. 141, pp. 33–47, 2014.
- [3] S. F. Savietto, G. F. Katon, N. Towata, F. A. de S. Berchez, and S. Ursi, "Ambientes marinhos e costeiros: qual a percepção de estudantes de escolas do Litoral Norte de São Paulo?," *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, vol. 7, 2014.
- [4] D. Abessa, A. Famá, and L. Buruaem, "The systematic dismantling of Brazilian environmental laws risks losses on all fronts," *Nature Ecology and Evolution*, vol. 3, no. 4, 2019, doi: 10.1038/s41559-019-0855-9.
- [5] Intergovernmental Oceanographic Commission, "Ocean literacy within the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable development: a framework for action." 2021, [Online]. Available: [www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en).
- [6] M. Qian and K. R. Clark, "Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research," *Computers in Human Behavior*, vol. 63, pp. 50–58, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.05.023.
- [7] T. R. Campos and D. K. Ramos, "O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura," *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, pp. 450–473, 2020.
- [8] I. Bogost, *Persuasive Games: The Expressive Power of Video Games*. 2007.
- [9] M. Passarelli et al., "Educational games as a motivational tool: Considerations on their potential and limitations," in *CSEDU 2019 - Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, 2019, vol. 1, doi: 10.5220/0007586503300337.
- [10] C. Poremba, "Point and shoot: Remediating photography in gamespace," *Games and Culture*, vol. 2, no. 1, 2007, doi: 10.1177/1555412006295397.
- [11] A. Dresch, D. P. Lacerda, and J. A. V. Antunes, *Design science research: A method for science and technology advancement*. 2015.
- [12] S. Aslan and O. Balci, "GAMED: Digital educational game development methodology," *Simulation*, vol. 91, no. 4, 2015, doi: 10.1177/0037549715572673.
- [13] J. Schell, *The art of game design: A book of lenses*, 3rd edition. 2019.