

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

KELEN TALITA ROMÃO DA SILVA

Avaliação de jogos digitais como ferramenta no aprendizado de ecologia

MACEIÓ

2022

KELEN TALITA ROMÃO DA SILVA

Avaliação de jogos digitais como ferramenta no aprendizado de ecologia

Monografia apresentada à coordenação do Bacharelado em Ciências Biológicas e da Saúde, do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alagoas.

**Orientação:** Prof. Dr. Marcos Vinícius Carneiro Vital

MACEIÓ

2022

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586a Silva, Kelen Talita Romão da.  
Avaliação de jogos digitais como ferramenta no aprendizado de ecologia /  
Kelen Talita Romão da Silva. – 2022.  
38 f. : il. color.

Orientador: Marcos Vinícius Carneiro Vital.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas:  
Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências  
Biológicas e da Saúde. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 35-38.

1. Jogos digitais. 2. Ensino de ecologia. 3. Ensino superior. 4. Ferramentas  
de ensino. I. Título.

CDU: 574: 371.3

## AGRADECIMENTOS

À minha família: minha mãe Héliida, que com muito esforço investiu nos meus estudos e sempre me lembrou da importância da educação para meu futuro; minha segunda mãe Verônica, que foi inspiração para que eu pudesse seguir no ensino superior, por ser a primeira da minha família próxima a finalizar um curso superior; e minhas queridas sobrinhas Priscila e Larissa, que sempre conseguiram me alegrar mesmo nos momentos mais difíceis, me dando forças para continuar.

À minha namorada Camila, meu grande amor, e uma das minhas maiores incentivadoras, que transborda carinho e cuidado, e sempre esteve ao meu lado disposta a me ajudar em qualquer situação.

Às minhas amigas de curso: Luciana, Grazielle, Carla Moura, Carla Britto, Isaelly, Roberta, Thaila e Aminye. Agradeço pelas risadas, apoio e pela amizade incondicional de todas.

À Universidade Federal de Alagoas por ter me fornecido ensino de alto nível, e apesar dos diversos cortes orçamentais na educação, o padrão de ensino sempre se manteve.

À coordenação do curso, principalmente ao Professor Gilberto e Melba pela paciência e por sempre estarem disponíveis informando e ajudando em cada etapa do curso.

Ao meu orientador Professor Marcos Vital, por sua paciência, incentivo e por sempre estar disponível durante todo o processo de elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em um resultado quantificável, muitas vezes provocando uma reação emocional. Os jogos digitais são jogos disponíveis em plataformas digitais como computadores, celulares e videogames, e fazem parte da cultura mundial há muitos anos, podendo trazer diversos benefícios cognitivos. O uso dos jogos digitais no ensino de biologia tem sido cada vez mais estudado, e resultados positivos já foram demonstrados, e mais especificamente, na área de ecologia os resultados encontrados também são positivos. O objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação bibliométrica da literatura indexada na plataforma *Web Of Science* sobre jogos digitais no ensino de ecologia, bem como realizar uma avaliação de jogos digitais disponíveis sobre essa temática que podem ser aplicados em sala de aula, principalmente no ensino superior. A análise bibliométrica foi realizada a partir de buscas da literatura indexada na plataforma *Web of Science* acerca de jogos digitais no ensino de ecologia. Também foi realizado um levantamento de jogos digitais que envolvam Ecologia em diversas plataformas (*Google, Google Play Store, Steam*), os jogos então passaram por uma avaliação de seu potencial para a aprendizagem de ecologia no ensino superior, levando em conta alguns aspectos: Temática, jogabilidade, forma de acesso e finalidade principal educativa ou não. Por meio das análises bibliométricas foi observado um aumento do número de publicações ao longo dos anos, que a maioria dos trabalhos estava concentrada em revistas e eventos e de origem nos Estados Unidos, e voltada à conservação e Meio Ambiente. Ao avaliar os jogos digitais, uma parcela significativa apresentava como tema questões ambientais e de conservação, mas também foram encontrados diversos jogos com outros temas relacionados à ecologia. A partir deste trabalho foi possível perceber que atualmente existe um grande aumento na produção sobre o uso de jogos no ensino de ecologia. Assim como também foi constatado que existem diversos jogos que podem potencialmente ser utilizados para o ensino de ecologia de alunos do ensino superior, inclusive como forma de aprendizagem indireta, no caso de jogos sem intuito inicial educativo.

**Palavras-chave:** Jogos digitais; ecologia; ensino superior.

## ABSTRACT

A game is a system in which players engage in an abstract challenge, defined by rules, interactivity, and feedback, that results in a quantifiable outcome, often provoking an emotional reaction. Digital games are games available on digital platforms such as computers, cell phones and video games, and have been part of world culture for many years, and can bring several cognitive benefits. The use of digital games in biology teaching has been increasingly studied, and positive results have already been demonstrated, and more specifically, in the area of ecology the results are also positive. The goal of this study was to carry out a bibliometric evaluation of the literature indexed in the Web Of Science platform on digital games in the teaching of ecology, as well as to carry out an evaluation of digital games available on this subject that can be applied in the classroom, especially in higher education. The bibliometric analysis was carried out from searches of the literature indexed on the Web of Science platform about digital games in ecology teaching. A survey of digital games involving Ecology was also carried out on different platforms (Google, Google Play Store, Steam), the games then underwent an evaluation of their potential for learning ecology in higher education, taking into account some aspects: Theme , gameplay, form of access and educational or non-educational main purpose. Through bibliometric analysis, it was observed an increase in the number of publications over the years, that most of the works were concentrated in journals and events and of origin in the United States, and that most were focused on conservation and the environment. When evaluating the digital games, a significant portion presented environmental and conservation issues as a theme, but several games with other themes related to ecology were also found. From this study it was possible to perceive that there is currently a large increase in production on the use of games in ecology teaching. As it was found that there are several games that can potentially be used for teaching ecology to higher education students, including as a form of indirect learning, in the case of games with no initial educational purpose.

**Keywords:** Digital games; ecology; higher education.

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** - Número de publicações sobre o uso de jogos digitais no ensino de ecologia ao longo dos anos, com dados coletados na *Web of Science*.

**Gráfico 2** - Países com maior número de artigos publicados sobre uso de jogos no ensino de Ecologia na plataforma *Web of Science* de acordo com a origem de seus autores.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Nuvem de palavras-chave mais utilizadas nos artigos encontrados sobre o uso de jogos digitais no ensino de ecologia em trabalhos indexados na *Web of Science*.

**Figura 2** - Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Habitactics*; (B) *Coral Reef*; (C) *Morphy*; (D) *Eco*.

**Figura 3** - Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Tyto Ecology*; (B) *Ecosystem*; (C) *Calangos*; (D) *Niche*.

**Figura 4** - Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Eco inc.*; (B) *Idle Eco Clicker: Green World*; (C) *Biome Battles*; (D) *Ecobuilder*.

**Figura 5** - Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Cell to singularity*; (B) *Idle Ocean Cleaner*; (C) *Environment Game*; (D) *Defender of the nature*.

**Figura 6** - Captura de imagem do jogo *Ecomania*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. HIPÓTESE</b> .....	12
<b>3. OBJETIVO GERAL</b> .....	12
3.1. Objetivos Específicos.....	12
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	13
4.1. Análise Bibliométrica.....	13
4.2. Avaliação de jogos digitais.....	13
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
5.1. Análise Bibliométrica .....	15
5.2. Avaliação de jogos digitais .....	19
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	33
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>8. ANEXO</b> .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

“Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em um resultado quantificável, muitas vezes provocando uma reação emocional” (KAPP, 2012 apud PIMENTEL, 2021, p.110). Partindo dessa definição os jogos seriam então ferramentas de entretenimento que possuem um conjunto de regras, e a capacidade de evocar, na medida em que os jogadores lidam com os desafios ao longo da partida, diferentes reações que acabam fazendo com que eles sintam a necessidade de superar os desafios impostos e criem senso competitivo.

Em 1982 o designer de jogos Chris Crawford definiu jogos como sendo “um sistema formal fechado que representa subjetivamente um subconjunto da realidade” (CRAWFORD, 1982, p.) Crawford define como um sistema formal, pois, segundo ele, um jogo possui regras explícitas, e a junção de todas as partes do jogo que interagem entre si pode ser considerada um sistema propriamente dito. Além disso, apesar de muitos jogos não apresentarem situações que existiriam no mundo real, existem alguns fragmentos que podem ser associados à realidade, e o universo imaginário criado dentro de um jogo acaba se tornando de certa forma subjetivamente uma realidade para o jogador durante o jogo. Crawford também divide jogos em diferentes categorias: jogos de tabuleiro, jogos de cartas, jogos atléticos, jogos infantis e jogos de computador.

Os jogos digitais são jogos disponíveis em plataformas digitais como computadores, celulares e videogames, e fazem parte da cultura mundial há muitos anos, possuindo impacto na economia por conta do grande número de pessoas que os jogam, além de um impacto na política e na tecnologia. É importante frisar que atualmente estes jogos digitais têm cada vez mais atraído pessoas de todas as idades e não apenas o público jovem (HSIAO, 2007), existindo até jogos indicados apenas para maiores de idade devido à sua temática e conteúdo.

Coutinho em 2017 também apresenta sua definição de jogos digitais, definindo-os como aqueles que são fabricados para suportes tecnológicos ou computacionais que são um conjunto de algoritmos, que a partir de instruções

computacionais podem ser executados; esses jogos podem ser encontrados em consoles, computadores, celulares, *tablets*, etc. Coutinho ainda cita dois fatores importantes dos jogos digitais: imersão e interação (COUTINHO, 2017)..

Os jogos digitais podem trazer para seus jogadores benefícios cognitivos, tendo sido observado que os jogadores de jogos de tiro e ação apresentam habilidades no campo visual e de noção de espaço e que estas habilidades tendem a durar um certo tempo e são transferidas para situações até fora dos jogos. Além disso, os jogos podem também conferir habilidades para resolução de problemas, benefícios motivacionais e emocionais (GRANIC et. al., 2014; PALLAVICINI et. al., 2018).

Os jogos possuem grande potencial no ensino e aprendizado por conta dos desafios e objetivos que estimulam a resolução de problemas e incitam a curiosidade (SQUIRE, 2011); eles fazem com que o jogador utilize o pensamento crítico e seja capaz de adquirir conhecimento à medida que interage com o ambiente do jogo (CRAFT, 2004).

Alves em 2013 destaca que, a educação, nos últimos dez anos, foi a área que mais produziu conhecimento sobre *games*, porém ainda resiste em interagir com este recurso atualmente (ALVES, 2013). Apesar de existirem diversos trabalhos sobre jogos digitais e seu papel e benefícios na educação e aprendizado, seu uso para fins educacionais ainda pode ser considerado escasso, e os métodos tradicionais de ensino ainda prevalecem sendo utilizados de forma integral no ensino.

O uso dos jogos digitais no ensino e aprendizado de biologia tem sido cada vez mais estudado, e resultados positivos já foram demonstrados quando é feita a junção entre conteúdo dado em sala de aula e jogos digitais onde aspectos desse conteúdo estão inseridos. Sadler et. al. (2013) testaram o aprendizado de conceitos da biologia em alunos de nível escolar e puderam verificar que houve um aumento significativo no aprendizado dos conteúdos após jogarem um jogo em que precisavam resolver alguns problemas sociais utilizando biotecnologia.

A ecologia é o ramo da biologia em que se estuda o meio ambiente e os seres vivos que dele fazem parte. Estuda a abundância, distribuição, e as interações desses seres vivos que determinam essa distribuição (BEGON et. al., 2007). No mundo dos jogos digitais é comum encontrar a natureza nos cenários, além dos jogos em que está implícito a conservação da natureza na forma de administração de recursos

naturais necessários para à sobrevivência; e mesmo nos casos em que a conversação do meio ambiente não seja o tema principal é possível que ocorra alguma conscientização sobre tópicos relevantes (SANDBROOK, 2015).

O uso de jogos no ensino de ecologia também vem sendo explorado ao longo dos anos. Um exemplo é o jogo criado por Maddison et. al. (2018) para que estudantes aprendessem sobre ecologia de micorrizas. Os estudantes foram apresentados ao jogo e foi aplicado um questionário sobre o tema antes e após terem jogado, onde foi observado que houve um aumento significativo no conhecimento dos jogadores sobre o assunto.

Em um estudo realizado em 2021, foi aplicado um questionário onde os voluntários faziam a identificação de diversas espécies de plantas e animais, alguns deles tendo jogado o jogo “*Red Dead Redemption*”, e outros que não jogaram. Os autores puderam identificar após a análise das respostas do questionário que, voluntários que responderam após jogar o jogo, apresentaram maior capacidade de identificar as espécies da fauna e flora do oeste dos Estados Unidos quando comparados com o grupo que não teve acesso ao jogo (CROWLEY et. al., 2021)

Jogos de celulares, incluindo aqueles com recursos de Realidade Aumentada (RA) também já foram explorados neste sentido, como é o caso do aplicativo Pokémon Go®. Dorward et. al. (2017) discutem sobre como é possível utilizar o jogo como ferramenta para aumentar o interesse dos jogadores sobre a observação e aprendizado de história natural, com a possibilidade de serem desenvolvidos outros jogos com o mesmo formato, mas com maior ênfase educacional.

Tendo em vista os benefícios do uso de jogos digitais no ensino e aprendizado de ecologia demonstrados em estudos prévios, se faz necessário realizar uma análise mais detalhada dessa literatura. Também se faz necessário verificar os jogos digitais disponíveis atualmente nas diversas plataformas e sua viabilidade para o ensino e aprendizado da temática principalmente no ensino superior. Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação bibliométrica da literatura indexada na plataforma *Web Of Science* sobre jogos digitais no ensino de ecologia, bem como realizar uma avaliação de jogos digitais disponíveis sobre essa temática que podem ser aplicados em sala de aula, principalmente no ensino superior.

## **2. HIPÓTESE**

Os jogos encontrados apresentam potencial para a aprendizagem de Ecologia no ensino superior.

## **3. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a literatura indexada na plataforma Web Of Science acerca de jogos digitais no ensino de ecologia, assim como avaliar os jogos digitais disponíveis sobre o tema em diversas plataformas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar uma análise bibliométrica a partir de buscas da literatura indexada na plataforma Web of Science por meio de palavras-chave específicas;
- Identificar os jogos ligados à área de Ecologia;
- Analisar como os jogos encontrados podem influenciar em processos de aprendizagem de Ecologia no ensino superior.

## 4. METODOLOGIA

### 3.1. Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica (SU & LEE, 2010) foi realizada a partir de buscas da literatura indexada na coleção principal da plataforma *Web of Science* acerca de jogos digitais no ensino de ecologia. Diversas combinações diferentes de termos de busca e filtros foram testados ao longo do desenvolvimento deste trabalho, com seus resultados investigados de forma preliminar para verificar se retornavam artigos da temática desejada. A busca definitiva, após os testes, foi realizada no dia 28/09/2022.

Os termos de busca utilizados para os campos “Título”, “Resumo” e “Palavras chave dos autores” foram: *ecolog\** AND (games or gaming) AND (education OR teaching OR learning). Além deles, foram eliminados os trabalhos (usando o operador “not”) com os termos: "game theory", "physical education" e "sports education", em todos os campos, pois trabalhos com estas temáticas fugiam do objetivo desejado, mas apareciam com frequência nos resultados das buscas. Após as buscas, foi realizado o *download* dos dados no formato BibTeX, que foram então processados e analisados com o pacote *Bibliometrix* do *software R*.

### 3.2. Avaliação de jogos digitais

Após a análise bibliométrica, foi realizado um levantamento de jogos digitais que envolvam a temática de Ecologia em diversas plataformas (*Google, Google Play Store, Steam*). Estas buscas não foram sistemáticas nem exaustivas, e focaram principalmente em jogos acessíveis de forma gratuita e jogos para *smartphone*, uma vez que esta plataforma é provavelmente a mais acessível para diversos contextos educacionais. A partir destas buscas, os jogos foram explorados e, quando possível, jogados, e passaram por uma avaliação de seu potencial para o aprendizado de ecologia no ensino superior, levando em conta alguns aspectos. Todas as buscas por jogos foram realizadas entre os meses de maio de 2021 e março de 2022.

O primeiro critério a ser analisado foi a temática dos jogos encontrados: nesta etapa, cada jogo encontrado nas plataformas utilizadas para pesquisa foi categorizado e descrito individualmente para verificar sua compatibilidade com a temática de Ecologia e de temas mais específicos que fazem parte deste campo de conhecimento. Jogos que surgiram durante as buscas, mas que claramente não se

relacionavam com esta área não foram analisados e nem incluídos nos resultados deste trabalho.

Após a análise da temática de cada jogo, foi avaliada a jogabilidade desses jogos, verificando o dispositivo em que ele poderia ser jogado (smartphone, computador, videogame) e o estilo principal de jogo (quiz, puzzle, entre outros).

Também foi analisado se esses jogos seriam de acesso aberto, pago, ou se seriam de acesso aberto para *download* e, dentro do jogo, haveria algumas opções apenas para quem pagasse por elas. Finalmente, também foi levado em conta se os jogos possuíam como objetivo principal a aprendizagem de determinado conteúdo, ou se poderiam ser jogados também por pessoas que não teriam como finalidade principal aprender sobre ecologia. Após estas análises, foi construída uma tabela onde foram inseridos os resultados encontrados.

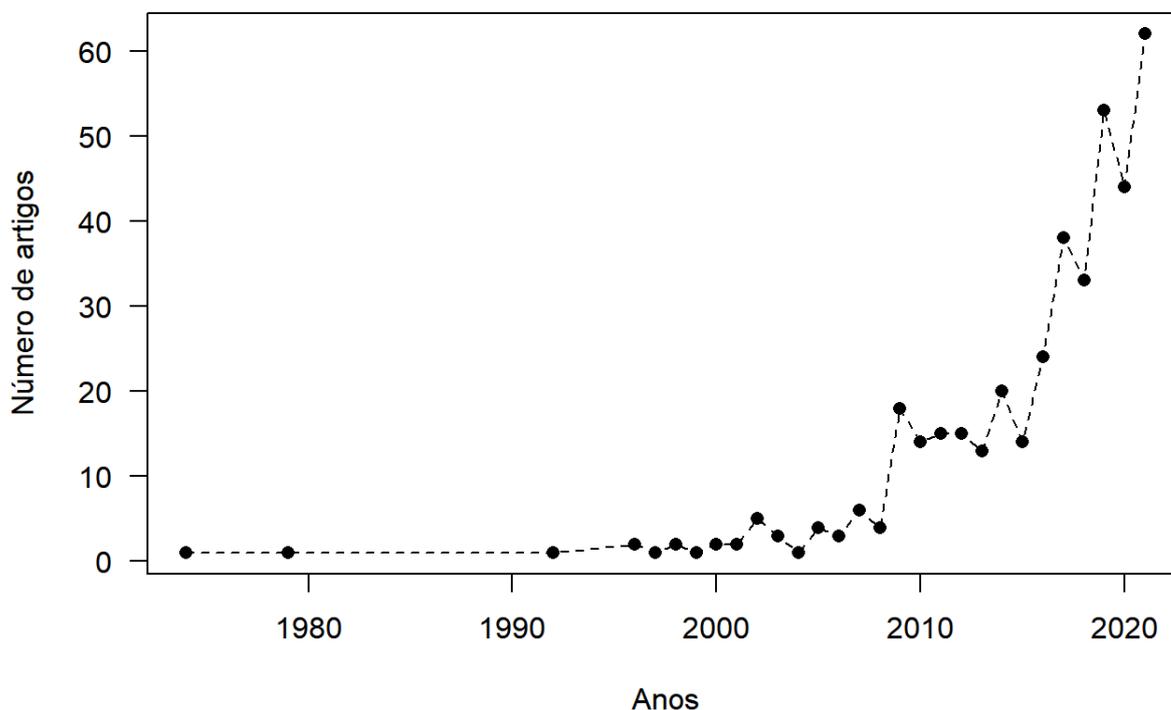
## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análise Bibliométrica**

Foram encontrados no total 431 artigos sobre jogos no ensino de Ecologia, sendo 282 publicados em revistas, 107 publicações em anais de eventos e 23 artigos de revisão, além de algumas publicações que se encaixavam em outras categorias. Vale ressaltar que quase  $\frac{1}{4}$  das publicações sobre o uso de jogos digitais no ensino de ecologia foram publicadas para eventos acadêmicos, indicando sua importância para pesquisadores com interesse nesta temática.

Com relação às publicações feitas ao longo do tempo (Gráfico 1), foram encontrados poucos trabalhos acerca do tema entre a década de 70 e 90, variando entre uma e duas publicações anuais. No início dos anos 2000 até 2008 houve um pequeno aumento destas publicações variando de duas a seis publicações ao ano. Contudo, é a partir de 2009 que pode ser observado um aumento claro (com 18 publicações neste ano). Esse aumento pode ser explicado pela evolução da tecnologia e o crescimento da produção de conteúdo digital, o que resultou em uma maior produção de jogos digitais (educativos ou não), aumentando as possibilidades de aplicação e de estudos por parte de professores e pesquisadores.

**Gráfico 1: Representação do número de publicações sobre o uso de jogos digitais no ensino de ecologia ao longo dos anos, com dados coletados na *Web of Science*.**



**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

Os trabalhos publicados, como relatado anteriormente, estão principalmente concentrados em revistas científicas, e em segundo lugar em eventos acadêmicos. A partir da análise do número de artigos em revistas e eventos específicos foi observado que: 80% de um total de 328 revistas ou eventos tem apenas 1 artigo publicado, 90% tem no máximo 2 artigos publicados e 97% no máximo 3 artigos publicados. Isto indica que estes trabalhos estão distribuídos em pequenas quantidades em diversas revistas e eventos diferentes, sem que exista um meio de publicação que concentre muitos estudos na área. Além disso, se forem observados os 10 meios de publicação (artigos ou eventos) com maior quantidade de trabalhos publicados, podemos notar que existe uma grande diversidade com relação à área das revistas com mais trabalhos publicados, tendo sido encontrados revistas de Ecologia e Meio Ambiente, Educação, Psicologia e Tecnologia (Tabela 1).

**Tabela 1: Dez principais revistas e/ou eventos de publicação e o número de artigos publicados em cada uma delas.**

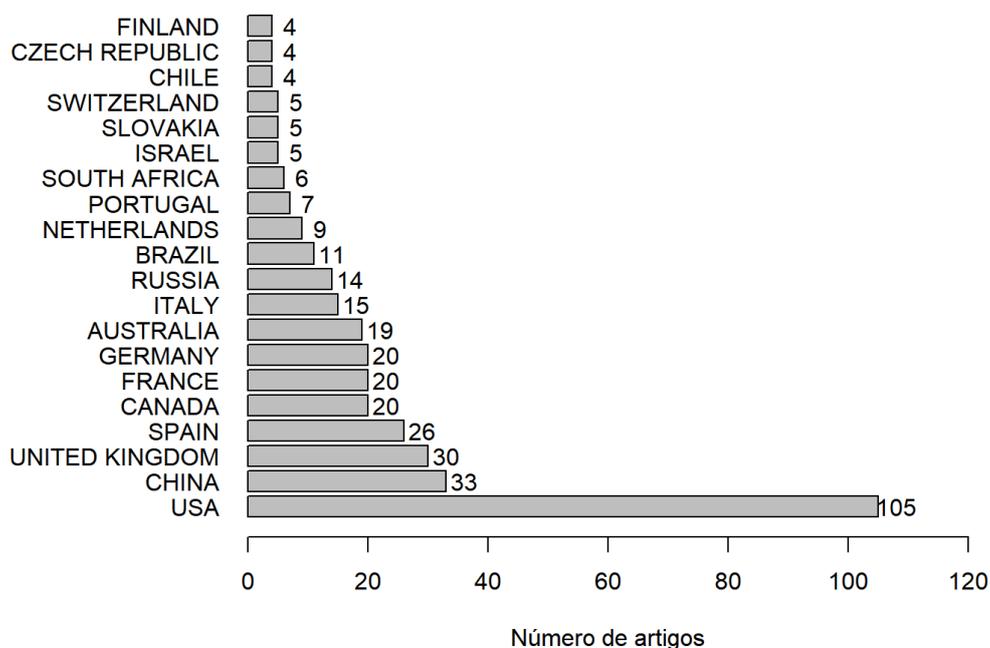
<b>Revista e/ou evento</b>	<b>Nº de artigos publicados</b>
<b>Sustainability</b>	<b>10</b>
<b>Ecology and Society</b>	<b>6</b>
<b>American Biology Teacher</b>	<b>5</b>
<b>Frontiers in Psychology</b>	<b>5</b>
<b>Plos One</b>	<b>5</b>
<b>11th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2018)</b>	<b>4</b>
<b>Frontiers in Human Neuroscience</b>	<b>4</b>
<b>Policy Studies Journal</b>	<b>4</b>
<b>Proceedings of the 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)</b>	<b>4</b>

**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

Ao observar o número de artigos publicados de acordo com os países de origem dos autores, foi constatado que as publicações acerca do uso de jogos digitais no ensino de ecologia estão em grande parte concentradas nos Estados Unidos (105 publicações). A diferença na quantidade de publicações do país em segundo lugar, a China, é bastante significativa (33 publicações), a partir daí a diferença no número de artigos publicados entre os demais países do *ranking* decresce, com o Reino Unido ficando em terceiro lugar com 30 artigos, e a Espanha em quarto lugar com 26 artigos (Gráfico 2). O Brasil está situado no 11º lugar na lista, com um total de 11 artigos

publicados. É importante notar, porém, que este resultado se restringe às revistas indexadas pela plataforma *Web of Science*, que de uma forma geral registra revistas e eventos internacionais com relativo grande alcance. No Brasil, há muitos trabalhos publicados em revistas nacionais, com um grande volume de trabalhos publicados em língua portuguesa - e a maior parte deles não deve figurar nesta plataforma. Desta forma, uma visão mais aprofundada do cenário destas pesquisas no Brasil deveria ser feito lançando mão de outros mecanismos indexadores, como a base Scielo, por exemplo.

**Gráfico 2: Países com maior número de artigos publicados sobre uso de jogos no ensino de Ecologia na plataforma *Web of Science* de acordo com a origem de seus autores.**



**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

A palavra-chave que apareceu com mais frequência nos artigos publicados foi “aprendizado”, seguida por “ecologia”, “educação”, e “aprendizagem baseada em jogos”. Assuntos como conservação, educação ambiental e sustentabilidade também apresentaram certo destaque, o que pode estar ligado ao fato de que boa parte dos jogos digitais produzidos para o ensino de ecologia tem como temática conservação e meio ambiente (Figura 1). É provável, portanto, que temas mais específicos da área de Ecologia, especialmente aqueles abordados mais a fundo no ensino superior, não estejam cobertos amplamente pelos jogos que permitem abordar esta área (temas



O jogo *Habitactics* (Figura 4A) é um jogo com formato *puzzle* que pode ser encontrado na plataforma *Google Play Store*, de acesso pago e que pode ser jogado em *smartphones*. Neste jogo a temática consiste na interação entre espécies, cadeia alimentar, e o jogador pode explorar e conhecer diversos ambientes. A partir dos puzzles dentro do jogo podem ser observadas as interações entre predador e presa, trazendo como objetivo manter o equilíbrio de determinado ecossistema a partir destas interações; são apresentados dentro do jogo diferentes biomas e sua diversidade, assim como também diferentes estações do ano e até um ecossistema aquático. Por conta da dinâmica do jogo ele pode ser facilmente jogado por jogadores que não tenham como objetivo principal aprender sobre os conceitos ecológicos inseridos no jogo, mas ainda sim, existe a possibilidade de que ao jogar assimilem e aprendam sobre eles.

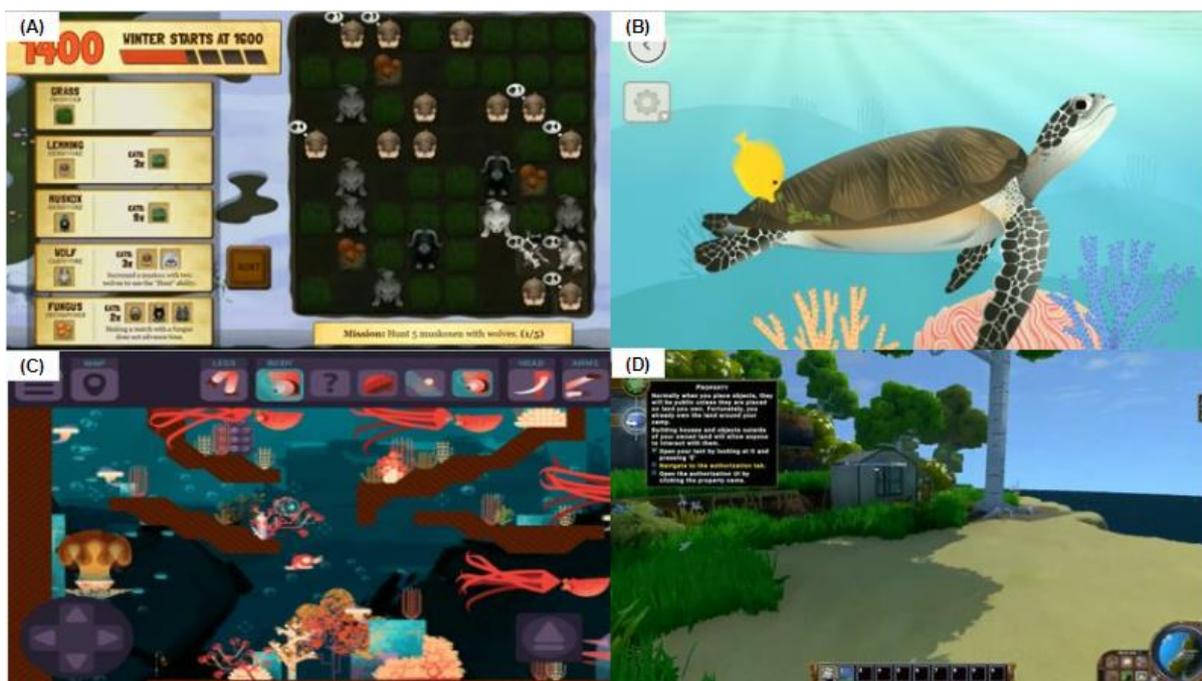
*Coral Reef* (Figura 4B) é um jogo da plataforma *Apple App Store* e de acesso pago em que é possível explorar o oceano, observando e interagindo com as espécies, pode ser jogado em *smartphones*, e foi projetado com o objetivo principal de ser um jogo educativo. Em *Coral Reef* o jogador irá interagir com a diversidade do oceano, em ações, como por exemplo, controlar um peixe que se alimenta de matéria orgânica depositada no casco de uma tartaruga marinha, colocar anêmonas para que os peixes possam fugir de predadores, entre outras ações. Ao analisar bem as características deste jogo foi possível observar que é voltado em grande parte para crianças que estão iniciando o aprendizado de ciências, e sua dinâmica não se encaixa na categoria de jogos que apesar de serem educativos, podem ser utilizados fora desta finalidade diretamente.

O jogo *Morphy* (Figura 4C) pode ser encontrado no site do *Smithsonian Science Education Center* com acesso aberto para computador e também nas plataformas *Google Play Store* e *Apple App Store* para *smartphones*, e consiste em um jogo de ação e aventura em que *Morphy*, um alienígena, acaba pousando em um planeta desconhecido e precisa encontrar seus colegas de tripulação que estão desaparecidos. Ao longo do percurso ele precisa passar por diversos obstáculos e se adaptar a cada um deles. Este jogo tem então como temática principal demonstrar a adaptação de cada animal em seu habitat, já que *Morphy* irá analisar animais e adquirir suas habilidades para passar pelos obstáculos. Este jogo pode, assim, ser

jogado tanto para o aprendizado dos conceitos de adaptação diretamente, caso objetivo principal seja o aprendizado, quanto de forma indireta.

*Eco* (Figura 4D) é um jogo de sobrevivência de mundo aberto da plataforma *Steam* que pode ser jogado online junto com outros jogadores em um computador e seu acesso é pago. Neste jogo os jogadores precisam colaborar entre si com objetivo de criar uma civilização sustentável utilizando os recursos do ecossistema em que estão inseridos, e precisam captar esses recursos de forma estratégica para que o equilíbrio desse ecossistema não seja afetado; essa civilização construída também precisa ser capaz de parar um meteoro iminente sem afetar o ecossistema. Apesar de não possuir objetivo principal educativo, é possível aprender alguns conceitos ecológicos durante o jogo.

**Figura 4: Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Habitactics*; (B) *Coral Reef*; (C) *Morphy*; (D) *Eco*.**



**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

Em *Tyto Ecology* (Figura 5A) a temática abordada é a simulação da construção de um ecossistema desde o início, é necessário manter o equilíbrio desse ecossistema e adicionar espécies de animais e plantas e, a partir disso é possível observar durante o jogo as interações entre os animais e plantas, e aprender sobre diversos conceitos de ecologia. Este jogo possui uma versão com acesso pago e outra online e aberta, ambas as versões estão disponíveis para computador: a versão

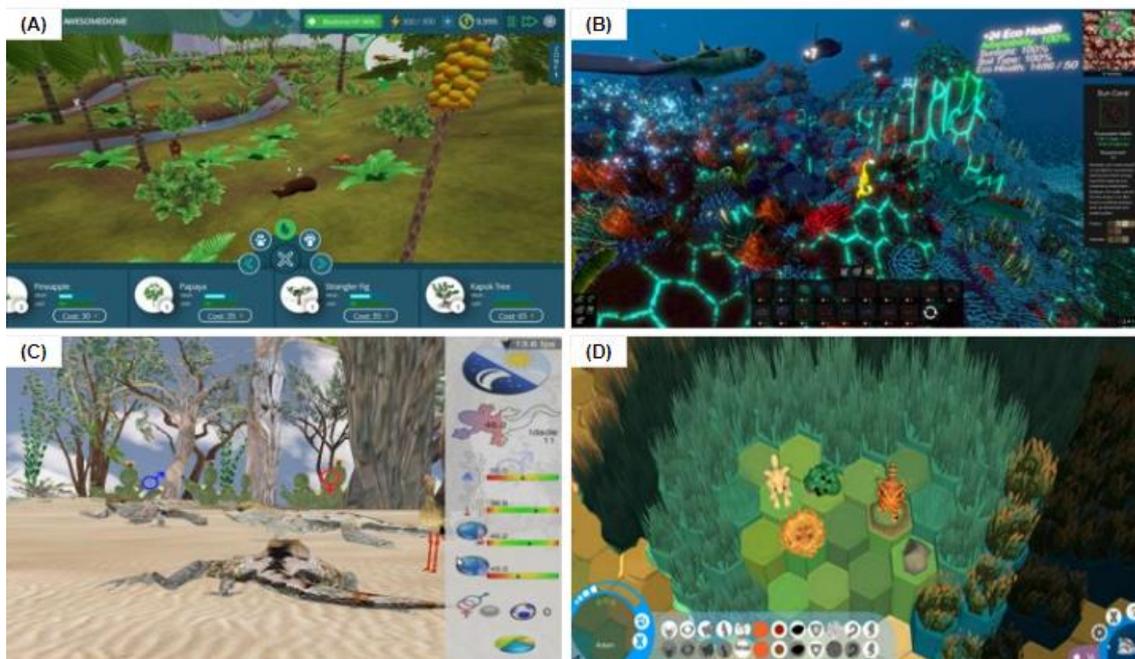
paga disponível na plataforma Steam e a versão grátis em um site próprio. É possível jogar esse jogo sem fins educativos e ainda assim aprender sobre diversos biomas, equilíbrio de um ecossistema, entre outros diversos conceitos ecológicos.

*Ecosystem* (Figura 5B) é um jogo de simulação e estratégia similar a *Tyto Ecology* na premissa em que se pode construir um ecossistema, porém, no caso de *Ecosystem* esse ecossistema é aquático. Neste jogo é possível simular a evolução das diversas espécies que compõem este ambiente, inserindo plantas e animais já existentes, e até mesmo criando criaturas novas onde pode ser observado se elas conseguiram se adaptar e evoluir. É possível aprender sobre alguns conceitos de seleção natural e evolução durante o jogo. *Ecosystem* é um jogo de acesso pago e que pode ser jogado apenas em computador através da plataforma *Steam*, e apesar de não possuir objetivo especificamente educativo, podem ser assimilados os conceitos abordados durante o jogo.

O jogo *Calangos* (Figura 5C) é um jogo desenvolvido por brasileiros, de acesso aberto e que pode ser jogado em computadores através de um site próprio para download do jogo. Neste jogo de simulação situado na região das dunas do rio São Francisco, o jogador desempenha o papel de três espécies de lagarto endêmicas dessa região e tenta sobreviver neste habitat, predando e fugindo de seus predadores, observando eventos de seleção natural e evolução enquanto controla os movimentos e ações da espécie de lagarto escolhida. Foi criado a partir de um projeto com a finalidade de utilizar jogos digitais no aprendizado de ecologia de maneira indireta e desempenha bem esse papel.

*Niche* (Figura 5D) também é um jogo de sobrevivência, estratégia e simulação para computadores, *smartphones* e videogames, podendo ser encontrado nas plataformas *Steam*, *Google Play Store* e *Apple App Store*, de acesso pago, em que são apresentados conceitos de genética, como heranças recessivas e dominantes, além de conceitos de genética populacional como seleção natural, mutação, seleção sexual, deriva genética e fluxo genético. O jogador pode modificar geneticamente os animais para que eles tenham uma maior chance de sobrevivência e capacidade de reprodução, importante para a perpetuação de qualquer espécie. Apesar dos diversos conceitos abordados no jogo, ele é bastante dinâmico e pode ser jogado sem que se tenha um objetivo principal de ser utilizado de forma educativa.

Figura 5: Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Tyto Ecology*; (B) *Ecosystem*; (C) *Calangos*; (D) *Niche*.



Fonte: Elaborado por (Silva, 2022)

*Ecobuilder* (Figura 6D) é um jogo de estilo *puzzle*, de acesso aberto das plataformas *Google Play Store* e *Apple App Store*, e que pode ser jogado tanto em *smartphones* quanto computadores. Neste jogo são apresentados por meio de caixas de texto ao longo dele diversos conceitos e fenômenos ecológicos, funcionamento da cadeia alimentar, cadeia trófica, e as diversas interações entre espécies que compõem um ecossistema. Essas interações são alcançadas com a resolução dos puzzles onde a cada nível é apresentado um novo conceito. Por ter a presença dessas caixas de texto ao longo do jogo, o torna primordialmente voltado para um formato educativo, mas existe um potencial de ser jogado apenas para diversão e de se absorver o conteúdo a partir disso.

*Biome Battles* (Figura 6C) é um jogo de acesso aberto da plataforma *Google Play Store* para *smartphones* no formato de *quiz*, ou seja, um jogo de perguntas e respostas onde são abordados temas da ecologia como comunidade, fatores bióticos e abióticos, ciclos de energia, entre diversos outros. Ao responder as perguntas de maneira correta o jogador ganha pontos que podem ser utilizados para coletar, treinar e evoluir seu time de monstros que irá batalhar com alienígenas do mal, já que o jogo

se passa no espaço. Por ser um jogo em formato pouco dinâmico, acaba ficando muito voltado apenas para o objetivo educacional.

O jogo *Eco inc.* (Figura 6A) é um jogo de simulação e estratégia de acesso aberto da plataforma *Google Play Store* para *smartphones* onde o jogador possui o objetivo de estabilizar alguma situação ecológica, podendo ser problemas climáticos, escassez de água e animais em perigo de extinção. O jogador precisa criar estratégias e projetos de como solucionar esses problemas e também de conhecer diferentes biomas ao longo do jogo, e faz isso ganhando moedas que podem ser utilizadas para implementar os projetos no universo do jogo. Quanto mais projetos implementados com sucesso maior a qualidade do ecossistema; caso os problemas continuem aumentando essa qualidade irá diminuir. Pode ser utilizado sem finalidade principal de aprendizagem, porém com relação ao conteúdo não parece acrescentar muito no caso de estudantes de ecologia do ensino superior.

*Idle Eco Clicker: Green World* (Figura 6B) é um jogo de acesso aberto da plataforma *Google Play Store* para *smartphone* em que o jogador por meio de cliques irá completar suas missões no jogo que são tornar o meio ambiente um local mais limpo e sustentável. O jogador inicia com uma equipe de ativistas que recolhem lixo, e em seguida podem ser contratados mais trabalhadores e criar pontos de reciclagem com máquinas mais modernas e eficientes, além de produzir energia sustentável. É possível como nos outros jogos em que o tema é sustentabilidade aprender sobre esses conceitos, porém, como relatado anteriormente, não suprem com relação a conteúdo a necessidade de alunos de ecologia do ensino superior. *Idle Ocean Cleaner* (Figura 7B) possui a mesma dinâmica que o jogo *Idle eco clicker*, sendo também de acesso aberto e da plataforma *Google Play Store* para *smartphones*, porém, o tema nesse jogo é limpeza do oceano. Assim como *Idle eco clicker* é possível aprender sobre a temática do jogo, que nesse caso é a problemática da poluição dos oceanos, porém, não se direciona bem ao ensino superior.

Figura 6: Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Eco inc.*; (B) *Idle Eco Clicker: Green World*; (C) *Biome Battles*; (D) *Ecobuilder*.



Fonte: Elaborado por (Silva, 2022)

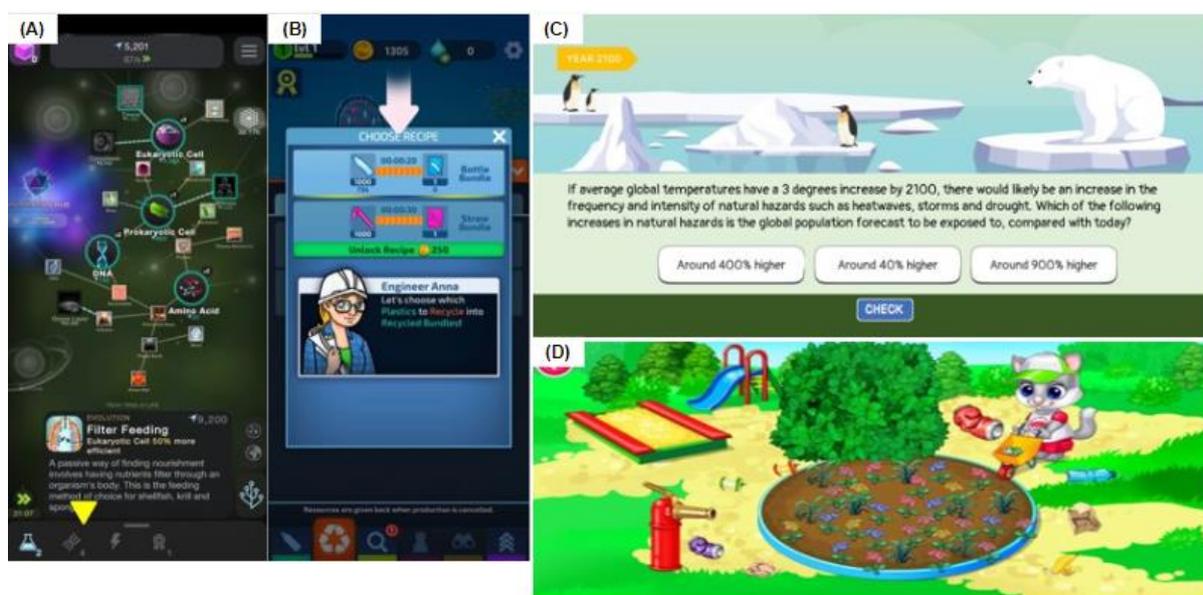
Em *Cell to Singularity* (Figura 7A) que é um jogo de simulação da plataforma *Google Play Store* para *smartphones* de acesso aberto, o jogador irá evoluir por meio de cliques um organismo unicelular até um ser humano, quantos mais cliques na tela mais pontos são coletados, chamados de entropia, e mais rápido a evolução pode acontecer. Quanto mais complexa a evolução mais entropia é necessária. É possível aprender ao longo do jogo as diversas etapas de evolução dos organismos e do planeta terra em si em cada um desses estágios, e por apresentar o conceito de evolução pode ser considerado mais interessante em questão de conteúdo para o ensino superior, podendo ser utilizado para especificamente o aprendizado ou não.

*Environment Game* (Figura 7C) consiste em um jogo de perguntas e respostas de acesso aberto e disponível na plataforma *Google Play Store* para *smartphones* onde o tema é o meio ambiente, então o jogador irá responder a perguntas e ganhar pontos por seus acertos. É um jogo pouco dinâmico e bastante restrito com relação a conteúdo, sendo possível classificá-lo como um jogo apenas para a aprendizagem do

tema abordado e que não seria interessante para ser utilizado por alunos do ensino superior.

*Defender of the Nature* (Figura 7D), assim como a maioria dos jogos encontrados na *Play Store* tem como tema meio ambiente. É um jogo de acesso aberto para *smartphones* onde é possível realizar diversas tarefas como limpar jardins e parques, plantar árvores, organizar o lixo, limpar rios, entre outras, clicando para realizar estas ações. Parece ser um jogo interessante para o público infantil ser introduzido a conceitos ambientais e como diminuir os impactos ao meio ambiente, porém, não para o ensino superior.

**Figura 7: Capturas de imagem dos jogos avaliados. (A) *Cell to singularity*; (B) *Idle Ocean Cleaner*; (C) *Environment Game*; (D) *Defender of the nature*.**



**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

E por fim, o jogo *Ecomania* (Figura 8) é um jogo de simulação e estratégia da plataforma *Google Play Store* de acesso aberto para *smartphones*, onde o jogador pode construir um ecossistema, uma ilha, e a partir do ganho de moedas é possível inserir animais à essa ilha, assim como plantas e construções. Cada uma das espécies possui seu tipo específico de alimentação de preferência, assim como os predadores da qual tem medo, e também precisam se reproduzir. Existe um limite de animais e plantas que precisa ser respeitado para o equilíbrio do ecossistema, assim como é necessário manter o equilíbrio da quantidade de água no local. Por conta da sua dinâmica de jogo pode ser utilizado sem finalidade principal educativa, além de

abordar conceitos como predador e presa, especificidades de cada espécie de um ecossistema e reprodução, conceitos que são abordados no ensino superior de ecologia.

**Figura 8: Captura de imagem do jogo *Ecomania*.**



**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

A partir da avaliação dos jogos foi possível observar que a área da ecologia que mais prevaleceu como tema foi a ambiental, remetendo à sustentabilidade, combate à poluição e problemas climáticos, e isso talvez possa ser explicado pelo fato de que, em geral, o conteúdo de ecologia ministrado para os anos iniciais da educação básica esteja voltado para esses temas.

Apesar de alguns jogos não apresentarem um grande potencial para serem utilizados no ensino e aprendizado de ecologia com ênfase no ensino superior, a maioria possui bom potencial, como: *Habitactics*, *Morphy*, *Eco*, *Tyto Ecology*, *Ecosystem*, *Calangos*, *Niche*, *Cell to singularity*, *Ecobuilder* e *Ecomania*. Esses jogos se tornam mais interessantes para o ensino superior pois a temática se encaixa melhor na abordada neste nível de ensino; o jogo *Habitactics* traz o tema da dinâmica predador-presa e sua importância para o equilíbrio de um ecossistema, assim como os jogos em que o objetivo é construir um ecossistema desde o início, que também abordam essa temática, e o jogo *Ecobuilder* também possui conteúdo bastante aplicado para esse público. Os jogos com a temática evolutiva e de seleção natural como *Niche*, *Morphy* e *Cell to singularity* também podem ser aproveitados no ensino superior.

Alguns dos jogos avaliados não possuem como objetivo principal serem educativos, porém, possuem o potencial para que o jogador ao longo do jogo possa absorver alguns conceitos, como é o caso do jogo *Eco*. Um estudo realizado por Fjællingsdal e Klöckner (2019) na Noruega verificou o potencial educativo que o jogo teria em alunos do ensino médio de duas escolas, três universidades e de participantes de um grupo de facebook voltado para o meio ambiente e jogos digitais. Os autores observaram após aplicarem um questionário com os voluntários da pesquisa que o jogo pode ser uma ferramenta para promover de certa forma uma consciência ambiental sobre ecossistemas nos jogadores.

O jogo *Ecosystem* também não tem como objetivo principal ser educativo, porém, por conta da sua temática e dinâmica, que é criar e evoluir um ecossistema aquático, é possível que o jogador adquira conhecimento sobre esse ecossistema, sua diversidade e como cada espécie inserida no jogo evolui, interage com o ambiente e com outras espécies. O jogo *Calangos* também se mostra interessante pois foi criado por brasileiros que acreditam no uso de jogos digitais como método de aprendizado de ecologia, criando um jogo sem fins educativos, para comprovar que esses jogos digitais podem resultar no aprendizado de forma indireta.

Como citado anteriormente, jogos com propósito inicial não educativo também podem indiretamente fazer com o que o jogador aprenda sobre diversos tópicos, como foi o caso do estudo em que Crowley et. al. (2021) observaram que os jogadores de *Red Dead Redemption 2* conseguiram após finalizarem o jogo, identificar espécies de plantas e animais. Esse ponto também foi defendido por Dorward et. al. (2017), que discute sobre o potencial da utilização do jogo *Pokémon Go* para o aprendizado de história natural.

A dinâmica do jogo é um fator crucial para que o jogador se interesse pelo jogo, e ao iniciar a interação tenha sua atenção capturada para que continue jogando. Porém, pode acontecer que jogos voltados para a aprendizagem de determinado tema acabem ficando muito pesados com relação a conteúdo e fiquem pouco dinâmicos, o que pode acarretar na perda do interesse do jogador em explorá-lo. Isso acontece com mais frequência em jogos no formato *quiz* como *Biome Battles* e *Environment Game*, pois são pouco dinâmicos com relação a jogos com outro tipo de jogabilidade.

A Tabela 2 apresenta a lista completa dos jogos encontrados ao longo deste trabalho, sendo 17 jogos no total, bem como os campos avaliados em cada um.

**Tabela 2: Jogos encontrados em diversas plataformas e descrição de cada aspecto analisado.**

<b>Jogo</b>	<b>Temática</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Estilo</b>	<b>Acesso</b>	<b>Finalidade</b>
<b><i>Habitactics</i></b>	Cadeia alimentar; ecossistemas; equilíbrio de ecossistemas.	<i>Smartphone</i>	<i>Puzzle</i>	Pago	Pode ser jogado sem finalidade principal de aprendizado.
<b><i>Coral Reef</i></b>	Ecosistema aquático e sua diversidade; interação com os organismos.	<i>Smartphone</i>	Exploração	Pago	Projetado para ser um jogo educativo.
<b><i>Morphy</i></b>	Adaptação a diferentes ambientes; diversidade animal.	Computadores <i>smartphone</i>	Ação e aventura	Aberto	Projetado para ser educativo, porém pode ser jogado sem esta finalidade.
<b><i>Eco</i></b>	Sobrevivência; sustentabilidade; meio ambiente.	Computador	Sobrevivência; <i>Multiplayer; online.</i>	Pago	Finalidade principal não educativa, porém, pode ser usado para isto.
<b><i>Tyto Ecology</i></b>	Construção e manutenção de um ecossistema; biodiversidade.	Computador	Simulação; estratégia.	Pago ou aberto em versão online	Pode ser jogado sem o objetivo principal de ser educativo.

**Continua**

<b>Ecosystem</b>	Construção e modificação de ecossistema aquático; seleção natural; evolução; biodiversidade.	Computador	Simulação; estratégia.	Pago	Pode ser utilizado para fins de aprendizado inicialmente ou não.
<b>Calangos</b>	Sobrevivência; evolução; seleção natural.	Computador	Simulação	Aberto	Jogo projetado para aprendizagem indireta de ecologia.
<b>Niche</b>	Simulação; sobrevivência; evolução; genética populacional.	Computador, <i>videogame</i> e <i>smartphone</i>	Estratégia; simulação; sobrevivência.	Pago	Pode ser utilizado para fins de aprendizado inicialmente ou não.
<b>Ecobuilder</b>	Construção de um ecossistema a partir de interações entre organismos e meio ambiente; simulação; ecologia.	Computador e <i>smartphone</i>	<i>Puzzle</i>	Aberto	Voltado em maior parte para aprendizado, porém, pode ser utilizado sem essa finalidade.

**Continua**

<b>Biome Battles</b>	Conteúdos variados de ecologia	<i>Smartphone</i>	<i>Quiz</i>	Aberto (compras no app)	Por ser no formato de quiz na sua maior parte, se torna muito voltado para o aprendizado.
<b>Eco inc.</b>	Meio ambiente; sustentabilidade; ecologia.	<i>Smartphone</i>	Estratégia; simulação.	Aberto (compras no app)	Pode ser utilizado sem finalidade de aprendizagem direta.
<b>Idle Eco Clicker: Green World</b>	Poluição; meio ambiente; sustentabilidade.	<i>Smartphone</i>	Estratégia; <i>clicker</i> .	Aberto (compras no app)	Aprendizado sobre problemas ambientais.
<b>Cell to Singularity</b>	Evolução	<i>Smartphone</i>	Simulação	Aberto (compras no app)	Pode ser utilizado sem finalidade de aprendizagem direta.
<b>Enviromment game</b>	Meio ambiente	<i>Smartphone</i>	<i>Quiz</i>	Aberto	Totalmente voltado para o aprendizado por ser um jogo apenas de perguntas e respostas.
<b>Idle Ocean Cleaner</b>	Meio ambiente; poluição dos oceanos; reciclagem.	<i>Smartphone</i>	Simulação e estratégia.	Aberto (compras no app)	Aprendizado ao longo do jogo de conceitos da temática aplicada.

**Continua**

<b><i>Defender of the nature</i></b>	Meio ambiente; problemas ambientais; sustentabilidade.	<i>Smartphone</i>	Mini jogos	Aberto(compras no app)	Aprendizado sobre maneiras de diminuir impactos ao meio ambiente.
<b><i>Ecomania</i></b>	Construção e equilíbrio de ecossistema; características dos animais inseridos; relações entre organismos de um ecossistema.	<i>Smartphone</i>	Simulação e estratégia	Aberto (compras no app)	Uso tanto para aprendizado direto quanto indireto.

---

**Fonte:** Elaborado por (Silva, 2022)

## 6. CONCLUSÃO

A partir da pesquisa sobre publicações relacionadas ao uso de jogos digitais no ensino de ecologia indexados na plataforma *Web of Science*, foi possível concluir que a produção destes trabalhos aumentou significativamente a partir de 2009, e cada vez mais ao longo dos anos esta produção está aumentando. Este aumento deve ser causado tanto pelo desenvolvimento cada vez maior de jogos digitais (sejam eles educativos ou não) quanto pelo crescente interesse de docentes em utilizar outros métodos de ensino. Além disso, foi observado que estes trabalhos estão distribuídos nas mais diversas áreas, pois existem publicações na área de Ecologia, Psicologia, Meio Ambiente, entre outras, o que reflete o amplo uso desses jogos para o ensino.

Com relação à análise dos jogos, foram encontrados aqueles que possuíam finalidade específica para o aprendizado, assim como jogos em que apesar de não apresentarem finalidade educativa tinham um bom potencial para que o jogador pudesse aprender alguns conceitos de ecologia ao longo do jogo. Ao avaliar alguns dos jogos especificamente educativos, observou-se que por sua jogabilidade pouco dinâmica, eles acabavam ficando muito focados no conteúdo, o que pode desestimular o jogador a finalizar o jogo e que os conceitos abordados não sejam bem fixados. Foram encontrados diversos jogos com potencial para serem utilizados no ensino de ecologia com ênfase no ensino superior por abordarem conteúdos mais próximos aos ministrados para discentes deste nível, além de apresentarem boa jogabilidade, o que pode favorecer o aprendizado deste conteúdo se forem utilizados com mediação dos professores responsáveis.

Um ponto interessante a se observar é que muitos dos trabalhos encontrados na plataforma *Web of Science* tinham como tema o meio ambiente e conservação ambiental, o que também ocorreu durante a avaliação dos jogos, pois uma parte significativa dos jogos encontrados tinha como temática questões ambientais e de conservação. Então pode se associar que a produção de jogos digitais voltados majoritariamente para este conteúdo consequentemente irá gerar mais trabalhos voltados para isto também.

A partir deste trabalho foi possível perceber que atualmente existe um aumento na produção sobre o uso de jogos no ensino de ecologia. Assim como foi constatado que existem diversos jogos que podem potencialmente serem utilizados para o ensino

de ecologia de alunos do ensino superior, inclusive como forma de aprendizagem indireta, no caso de jogos sem intuito inicial educativo.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES, LYNN. Games e educação: desvendando o labirinto da pesquisa. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. v. 22, n. 40, p. 177. 2013.

BEGON, M. et. al. **Ecologia: de Indivíduos a Ecossistemas**. Artmed Editora. 4ªed, 2007.

COUTINHO, I. D. J. Avaliação da qualidade de jogos digitais educativos: trajetórias no desenvolvimento de um instrumento avaliativo. **Tese de Doutorado**. Departamento de Educação, Universidade do Estado da Bahia, Bahia, Salvador. 2017.

CRAFT, J. A Review of What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. **Currents in Electronic Literacy**. 8, 2004.

Disponível em: <<http://www.cwrl.utexas.edu/currents/fall04/craft.html>>. Acesso em: 13 set. 2021.

CRAWFORD, C. **The art of digital game design**. Washington State University, Vancouver. 1982.

CROWLEY, E.J. et. al. **The Educational Value of Virtual Ecologies in Red Dead Redemption 2**. People and Nature. 2021.

DORWARD, L. et. al. Pokémon Go: Benefits, Costs, and Lessons for the Conservation Movement. **Conservation Letters**. v. 10, p.160-165. 2017.

FJÆLLINGSDAL, K. & KLÖCKNER, C. Gaming Green: The Educational Potential of Eco - A Digital Simulated Ecosystem. **Frontiers in Psychology**.

Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.02846/full>>. Acesso em: 13 set. 2021.

GRANIC, I. et. al. The benefits of playing video games. **American Psychologist**. v. 69, p. 66-78, 2014.

HSIAO, H. A Brief Review of Digital Games and Learning. **2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)**. pp. 124-129, 2007.

KAPP, K. et. al. **The gamification of learning and instruction fieldbook: ideas into practice**. San Francisco, Wiley. 2014

MADDISON, J. & KRZIC, M. Shroomroot: An Action-Based Digital Game to Enhance Postsecondary Teaching and Learning about Mycorrhizae. **The American Biology Teacher**. v. 80, p. 11-20. 2018.

PALLAVICINI, F. et al. Video Games for Well-Being: A Systematic Review on the Application of Computer Games for Cognitive and Emotional Training in the Adult Population. **Frontiers in Psychology**.

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6234876/>>. Acesso em: 13 set. 2021.

PIMENTEL, F.S.C. et. al. A Produção Acadêmica Brasileira Sobre Jogos Digitais. **Internet Latent Corpus Journal**.v.11, p.110. 2021.

SADLER, T. Game-Based Curricula in Biology Classes: Differential Effects Among Varying Academic Levels. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 50(4), p. 479-499. 2013.

SANDBROOK, C. et. al. Digital Games and Biodiversity Conservation. **Conservation Letters**. v. 8, p. 118-124, 2015.

SQUIRE, K. **Video Games and Learning: Teaching and Participatory Culture in the Digital Age**. pp. 253, 2011.

## 8. ANEXO

---

### *Links para os jogos*

---

Habitactics	<a href="https://www.zachtronics.com/habitactics/">https://www.zachtronics.com/habitactics/</a>
Coral Reef	<a href="https://tinybop.com/apps/coral-reef">https://tinybop.com/apps/coral-reef</a>
Morphy	<a href="https://ssec.si.edu/morphy">https://ssec.si.edu/morphy</a>
Eco	<a href="https://play.eco/">https://play.eco/</a>
Tyto Ecology	<a href="https://www.tytoonline.com/tyto_ecology/">https://www.tytoonline.com/tyto_ecology/</a>
Ecosystem	<a href="https://store.steampowered.com/app/1133120/Ecosystem/">https://store.steampowered.com/app/1133120/Ecosystem/</a>
Calangos	<a href="https://calangos.sourceforge.net/">https://calangos.sourceforge.net/</a>
Niche	<a href="https://niche-game.com/">https://niche-game.com/</a>
Ecobuilder	<a href="https://www.ecobuildergame.org/">https://www.ecobuildergame.org/</a>
Biome Battles	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ErudisGames.BiomeBattles&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ErudisGames.BiomeBattles&amp;hl=en&amp;gl=US</a>
Eco inc.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamefirst.free.strategy.save.the.earth&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamefirst.free.strategy.save.the.earth&amp;hl=en&amp;gl=US</a>
Idle Eco Clicker: Green World	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MadDiamond.EcoClicker&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MadDiamond.EcoClicker&amp;hl=en&amp;gl=US</a>
Cell to Singularity	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.computerlunch.evolution&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.computerlunch.evolution&amp;hl=en&amp;gl=US</a>
Environment Game	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cyclic.environmentgame&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cyclic.environmentgame&amp;hl=en&amp;gl=US</a>

Continua

**Idle Ocean Cleaner**

<https://play.google.com/store/search?q=idle%20ocean%20cleaner&c=apps&hl=en&gl=US>

**Defender of the nature**

<https://play.google.com/store/search?q=idle%20ocean%20cleaner&c=apps&hl=en&gl=US>

**Ecomania**

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.HadrGames.Ecomania&hl=en&gl=US>

---