

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

LUCAS DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO, EM FORMATO DE JOGO
EDUCATIVO, COMO FORMA DE APOIO AO ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**LAGES
2023**

LUCAS DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO, EM FORMATO DE JOGO
EDUCATIVO, COMO FORMA DE APOIO AO ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc.

Orientadora: Profa. Dra. Claudia G. C. Campos.

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Alexandrini.

**LAGES
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

de Souza, Lucas

Desenvolvimento de um aplicativo, em formato de jogo educativo, como forma de apoio ao ensino e democratização da Educação Ambiental / Lucas de Souza. -- 2023.

79 p.

Orientadora: Claudia Guimarães Camargo Campos

Coorientador: Fábio Alexandrini

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Lages, 2023.

1. Sistemas de informação. 2. Jogo digital. 3. Tecnologia da Informação e Comunicação. 4. Ciências ambientais. 5. Sustentabilidade. I. Guimarães Camargo Campos, Claudia. II. Alexandrini, Fábio. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. IV. Título.

LUCAS DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO, EM FORMATO DE JOGO
EDUCATIVO, COMO FORMA DE APOIO AO ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientadora: Profa. Dra. Claudia G. C. Campos.

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Alexandrini.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Claudia G. C. Campos
Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc

Membros:

Profa. Dra. Graciane Regina Pereira
Instituto Federal de de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Profa. Dra. Daiana Petry Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc

Lages, 23 de Fevereiro de 2023.

Ao meu filho, Lohan.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e meu irmão, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória. Sou grato à minha família pelo incentivo que me deram ao longo da minha vida.

Agradeço aos professores e técnicos administrativos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/Udesc, pela excelência e dedicação a um ensino público e de qualidade. Estendo o agradecimento aos colegas, que me acompanharam durante esta jornada.

Deixo um agradecimento especial a minha orientadora, Profa. Dra. Claudia G. C. Campos pela paciência, compreensão e pela dedicação do seu tempo ao meu projeto de pesquisa. Da mesma forma, estendo o agradecimento ao meu coorientador Prof. Dr. Fábio Alexandrini.

Agradeço imensamente ao meu amigo, André Luiz Alexandrini, coautor do segundo capítulo deste trabalho, que me auxiliou com a criação dos códigos-fonte do aplicativo desenvolvido.

Sou grato ainda ao Instituto Federal Catarinense por permitir meu afastamento integral e incentivar meu desenvolvimento acadêmico. Também ao Governo de Santa Catarina - UNIEDU/FUMDES Pós-Graduação, que contribuiu financeiramente com este projeto, através do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina.

“As palavras têm o poder de ferir e de sarar. Quando são verdadeiras e gentis, têm o poder de mudar o mundo.”

Jack Kornfield

RESUMO

Em consequência ao elevado crescimento da população global, nas últimas décadas a humanidade passou a ter de lidar com problemas relacionados ao aumento da geração de resíduos sólidos, da emissão de gases poluentes e potencializadores do efeito estufa, da perda da biodiversidade e da exploração dos recursos naturais. As ações direcionadas de educação ambiental, voltadas à sensibilização das novas gerações, possibilitam reverter, ou ao menos mitigar, o avanço destas grandes problemáticas ambientais. O presente trabalho tem por objetivo realizar o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo, em formato de jogo educativo, para o apoio ao ensino e democratização da Educação Ambiental. O trabalho foi dividido em duas etapas, uma resultou em um artigo de revisão bibliográfica e a outra em um software. A revisão foi realizada por meio de ferramentas de pesquisa, onde buscaram-se referências relativas à utilização de tecnologias da informação, aplicativos e jogos digitais no apoio ao ensino da educação ambiental. Após encontradas, seus resultados foram avaliados de modo a permitir o entendimento quanto aos trabalhos conduzidos por outros pesquisadores. Quanto ao desenvolvimento do aplicativo, o processo de engenharia aliou a UML ao Scrum. O protótipo da aplicação é composto por três componentes principais, além do banco de dados relacional, que são o *back-end*, o *front-end mobile* e o *front-end web*. Escolheu-se o Javascript, como a linguagem de programação para o desenvolvimento destes componentes. As API's NodeJS, AdonisJS, ReactJS e React Native também foram utilizadas. O aplicativo foi denominado “Desafio Ambiental UDESC”, sendo composto basicamente por uma plataforma de disseminação de informações sobre Educação Ambiental através de um jogo de perguntas e respostas. Com a finalização do desenvolvimento do protótipo funcional da aplicação é possível afirmar que o objetivo inicial foi atingido, mas que melhorias e novas funções ainda precisam ser implementadas de modo a deixar a aplicação melhor e mais completa. No entanto, após a revisão bibliográfica e no decorrer do processo de desenvolvimento do aplicativo, ficou evidente a importância do uso das ferramentas tecnológicas, bem como de novas metodologias de ensino, no apoio às ações de Educação Ambiental.

Palavras-chave: Sistema de informação; Jogo digital; Tecnologia da Informação e Comunicação; Ciências ambientais; Sustentabilidade.

ABSTRACT

As a result of the high growth of the global population, in recent decades humanity has had to deal with problems related to the increase in the generation of solid waste, the emission of polluting gases and potentiators of the greenhouse effect, the loss of biodiversity and the exploitation of natural resources. Targeted environmental education actions, aimed at raising awareness among new generations, make it possible to revert, or at least mitigate, the advance of these major environmental issues. The present work aims to carry out the development of an application prototype, in the form of an educational game, as an effective way of supporting the teaching and democratization of Environmental Education. For this, it was divided into two stages, one resulted in a bibliographic review article and the other in a software. The review was carried out using research tools, where references were sought regarding the use of information technologies, applications and digital games to support the teaching of environmental education. Once found, their results were evaluated in order to allow an understanding of the work carried out by other researchers. As for application development, the engineering process combined UML with Scrum. The application prototype consists of three main components, in addition to the relational database, which are the *back-end*, the mobile *front-end* and the web *front-end*. Javascript was chosen as the programming language for the development of these components. The NodeJS, AdonisJS, ReactJS and React Native APIs were also used. The application was called "Desafio Ambiental UDESC", basically consisting of a platform for disseminating information on Environmental Education through a quiz game. With the completion of the development of the functional prototype of the application, it is possible to state that the initial objective was achieved, but that improvements and new functions still need to be implemented in order to make the application better and more complete. However, after the bibliographic review and during the application development process, the importance of using technological tools, as well as new teaching methodologies, in support of Environmental Education actions became evident.

Keywords: Information system; Digital game; Information and communication technology; Environmental sciences; Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática dos componentes da aplicação.....	44
Figura 2 - Representação das etapas da metodologia e respectivas tecnologias.....	45
Figura 3 - Localização do município de Lages/SC.....	46
Figura 4 - Diagrama de caso de uso - Aluno.....	48
Figura 5 - Diagrama de caso de uso - Professor.....	48
Figura 6 - Diagrama de caso de uso - Administrador.....	49
Figura 7 - Diagrama de atividades.....	50
Figura 8 - Protótipo visual do aplicativo móvel.....	55
Figura 9 - Tela de login do gerenciador web.....	57
Figura 10 - Tela inicial ou “Home”.....	58
Figura 11 - Tela de listagem das escolas cadastradas.....	58
Figura 12 - Tela de cadastro de escolas.....	59
Figura 13 - Tela de cadastro de “Professor”.....	59
Figura 14 - Tela de cadastro de “Aluno”.....	60
Figura 15 - Tela de cadastro de Usuário.....	60
Figura 16 - Tela de cadastro de “Cenários”.....	61
Figura 17 - Tela de cadastro de “Mundos”.....	62
Figura 18 - Tela de cadastro de perguntas.....	62
Figura 19 - Funcionalidade de pré-visualização dos jogos (perguntas).....	63
Figura 20 - Tela inicial do aplicativo.....	64
Figura 21 - Tela de acesso ou login.....	64
Figura 22 - Tela de gerenciamento de senha.....	65
Figura 23 - Tela “Sobre”.....	65
Figura 24 - Tela de escolha de Cenários.....	66
Figura 25 - Tela de escolha de “Mundo” / problemática ambiental.....	67
Figura 26 - Tela de apresentação de mascote, no caso, Graça, a Gralha-azul.....	67
Figura 27 - Exemplo de possível pergunta do Quiz.....	69
Figura 28 - Exemplo de reação triste do mascote a uma resposta errada.....	69
Figura 29 - Exemplo de reação alegre do mascote a uma resposta correta.....	70
Figura 30 - Exemplo de reação do mascote quando o jogador conclui o Mundo.....	70
Figura 31 - Tela demonstrativa das etapas/Mundos concluídos.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Levantamento de requisitos relativos ao aplicativo móvel.....	47
Quadro 2 - Levantamento de requisitos relativos ao gerenciador web.....	47
Quadro 3 - Tabela do banco de dados de escolas.....	50
Quadro 4 - Tabela do banco de dados de alunos.	51
Quadro 5 - Tabela do banco de dados de professores.	51
Quadro 6 - Tabela de vinculação entre bancos de dados de professores e escolas.	51
Quadro 7 - Tabela do banco de dados de usuários.	52
Quadro 8 - Ilustrações dos mascotes/personagens.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
JS	Javascript
npm	Node Package Manager
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
Udesc	Universidade do Estado de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	HIPÓTESES.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	OBJETIVOS	18
1.3.1	OBJETIVO GERAL.....	18
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4	ESTRUTURA DA PESQUISA	18
2	CAPÍTULO 1: UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS EM AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	20
2.1	INTRODUÇÃO	21
2.2	METODOLOGIA.....	23
2.3	RESULTADOS	24
2.3.1	EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	24
2.3.2	AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO APOIO ÀS AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	25
2.3.3	AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APOIADAS POR FERRAMENTAS OU RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	27
2.3.3.1	<i>INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA CAATINGA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO SEMINÁRIOS E O APLICATIVO KAHOOT</i>	28
2.3.3.2	<i>APLICATIVOS EDUCACIONAIS COMO PROPOSTA PARA ABORDAGEM DA TEMÁTICA AMBIENTAL</i>	29
2.3.3.3	<i>SUSTENTABILIZANDO: UMA TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</i>	29
2.3.3.4	<i>“RECICLAPPSTM” NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLÓGICA DAS CRIANÇAS.....</i>	30
2.3.3.5	<i>TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS VOLTADOS A TEMAS AMBIENTAIS.....</i>	31
2.3.3.6	<i>ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: “PRODUTOS PERIGOSOS OU SUSTENTÁVEIS”.....</i>	32

2.3.3.7	<i>SIMSUSTENTABILIDADE: UM JOGO DIGITAL DE ESTRATÉGIA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</i>	33
2.3.3.8	<i>PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL.....</i>	34
2.3.3.9	<i>VAMOS JOGAR OS 3RS EM AÇÃO! UMA PROPOSTA LÚDICA PARA ABORDAR AS QUESTÕES AMBIENTAIS</i>	35
2.3.3.10	<i>USOS DE FERRAMENTAS DIGITAIS NA ESCOLA PARA ABORDAR CONTROVÉRSIAS DA MINERAÇÃO.....</i>	36
2.4	CONCLUSÕES	37
2.5	AGRADECIMENTO.....	38
3	CAPÍTULO 2: “DESAFIO AMBIENTAL UDESC”: PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL, EM FORMATO DE JOGO EDUCACIONAL, PARA O APOIO AO ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	39
3.1	INTRODUÇÃO	40
3.2	METODOLOGIA.....	42
3.2.1	Caracterização da área e população.....	45
3.2.2	Projeto da aplicação.....	46
3.2.2.1	<i>Engenharia de requisitos da aplicação.....</i>	46
3.2.2.2	<i>Diagramas de casos de uso da UML.....</i>	48
3.2.2.3	<i>Diagrama de atividades da UML</i>	49
3.2.2.4	<i>Banco de dados relacional</i>	50
3.2.2.5	<i>Definição do escopo da aplicação.....</i>	52
3.2.2.6	<i>Definição da abrangência, enredo e personagens do jogo</i>	53
3.2.2.7	<i>Prototipagem.....</i>	54
3.3	RESULTADOS	56
3.3.1	Desenvolvimento da aplicação	56
3.3.1.1	<i>Back-end</i>	56
3.3.1.2	<i>Gerenciador web ou front-end web</i>	57
3.3.1.3	<i>Aplicativo móvel ou front-end mobile.....</i>	63
3.4	CONCLUSÕES	72
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Em consequência ao acelerado crescimento da população global nas últimas décadas, a humanidade passou a ter de lidar com problemas relacionados ao aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, da emissão de gases poluentes e/ou potencializadores do efeito estufa, da perda da biodiversidade e da exploração dos recursos naturais, principalmente os não renováveis. A maior parte destes impactos estão associados à atividade antrópica, devido, principalmente, à falta de consciência sobre como o ambiente pode ser alterado em função de determinadas atividades, muitas vezes simples e/ou rotineiras.

Através de ações direcionadas de educação ambiental, voltadas à sensibilização das novas gerações, preparando-as desde cedo a cuidar do planeta onde vivem, mostrando de maneira consciente como podem ser protagonistas de ações coletivas de preservação ambiental, será possível reverter, ou ao menos mitigar o avanço destas grandes problemáticas ambientais (UDESC, 2021).

Desta forma, questiona-se: “É possível ensinar e democratizar a Educação Ambiental, de maneira efetiva, através do desenvolvimento de um aplicativo, em formato de jogo educativo?” E partindo desta pergunta/problema chega-se na definição da tecnologia que possibilita que os ensinamentos da Educação Ambiental sejam levados ao maior número possível de pessoas. Hoje, esta tecnologia está presente nos aparelhos celulares de média e alta tecnologia, ou como são popularmente conhecidos, os *smartphones*. Estes aparelhos foram estimados, em cerca de 242 milhões de unidades em uso no Brasil em junho de 2022, ou seja, mais de um por habitante (MEIRELLES, 2022).

Além de ser um equipamento popular, principalmente para a comunicação, diversão e trabalho, com a ocorrência da pandemia causada pelo novo coronavírus (Covid-19), esta ferramenta passou a ser amplamente utilizada por crianças, adolescentes e jovens como um meio para acessar materiais didáticos e videoaulas. Também, é perceptivo que os modelos de ensino, remoto e híbrido, tal como o ensino à distância já há algum tempo, foram e estão sendo efetivados como formas atuais e efetivas de ensinar. Mesmo após o fim da

pandemia não serão abandonadas ou esquecidas, muito pelo contrário, estarão a cada dia mais presentes no cotidiano dos educandos e educadores modernos. Por fim, como as pesquisas indicam uma tendência no aumento da quantidade de *smartphones* e uma diminuição da quantidade de computadores para os próximos anos, é muito provável que os primeiros se tornem as ferramentas padrão para o estudo em formato remoto ou à distância em um futuro não muito distante (MEIRELLES, 2022).

Considerando a importância das ações de extensão, em conjunto às práticas da Educação Ambiental, o uso de jogos educativos torna-se atrativo às crianças e adolescentes. Além disto, sua disponibilização em meios de comunicação acessíveis, como os dispositivos móveis, oportuniza um maior alcance na disseminação dos conhecimentos ambientais também para as pessoas de outras faixas etárias, que passam a ser amplificadoras e replicadoras de atitudes e práticas em prol de uma sociedade ambientalmente mais lúcida e sustentável.

1.1 HIPÓTESES

- Os jogos digitais ou aplicativos, presentes em bibliografias, se apresentam como ferramentas abrangentes para o ensino da Educação Ambiental.
- É possível desenvolver um aplicativo para uso em smartphones, em formato de jogo digital, abrangendo as maiores problemáticas ambientais, de forma a democratizar o ensino da Educação Ambiental.

1.2 JUSTIFICATIVA

No município de Lages/SC, onde o aplicativo resultante deste estudo será implantado futuramente, a Secretaria Municipal de Educação trabalha com os alunos do ensino fundamental uma disciplina chamada “Educação para a Sustentabilidade”, que trata de temas como separação de resíduos e reciclagem, proteção de fontes de água, produção de composto orgânico, plantios de

árvores, entre outros. Estes conteúdos são trabalhados tanto em componentes teóricos como práticos e tanto dentro como fora da sala de aula (SED-LAGES, 2021a).

Associada a esta disciplina, fomentou-se um programa de extensão denominado “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar”, em parceria com o Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Este programa teve início no ano de 2014 e suas atividades estão relacionadas a três linhas principais: mudanças climáticas e preservação ambiental, redução do consumo e do desperdício através dos 5R’s e estudo das fontes de energias renováveis (UDESC, 2021).

Neste programa são desenvolvidas atividades nas escolas com crianças e adolescentes, através de dinâmicas, oficinas didáticas, teatros, atividades práticas, maquetes, entre outras estratégias pedagógicas. No entanto, com passar dos anos verificou-se que as interações entre os bolsistas e acadêmicos da UDESC com os alunos das escolas ocorriam em uma quantidade de tempo menor do que a considerada ideal para a execução do programa a campo e, principalmente, com as limitações de distanciamento impostas pela pandemia causada pelo novo coronavírus (Covid-19) nos anos de 2020 e 2021, percebeu-se a necessidade da aplicação de novas metodologias de ensino, viabilizadas por meio dos meios de comunicação, principalmente aqueles dotados de maior capacidade tecnológica e acessíveis ao público alvo.

Assim, chegou-se à definição de que a solução mais viável para o problema seria o desenvolvimento de um aplicativo ou jogo educativo, que fosse executado em *smartphones*, de modo a apoiar o ensino da Educação Ambiental desenvolvida, tanto nas aulas da disciplina de “Educação para a Sustentabilidade” como nos encontros e oficinas realizados por meio do projeto “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar”.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo, em formato de jogo educativo, como forma de apoio ao ensino e democratização da Educação Ambiental.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento e analisar os mais recentes projetos desenvolvidos por educadores ambientais que se apoiam em ferramentas ou recursos providos pelas tecnologias da informação e comunicação.
- Desenvolver um protótipo de aplicativo para uso em *smartphones* lúdico e abrangente, para ser utilizado como apoio ao ensino e democratização da Educação Ambiental.

1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este projeto foi dividido em duas etapas, a primeira resultou em um artigo científico de revisão bibliográfica e a segunda em um produto: um aplicativo ou jogo digital educativo, passível de registro. Desta forma, este documento está dividido em dois capítulos: o primeiro é destinado ao artigo de revisão bibliográfica, relacionando as tecnologias da informação e comunicação as ações de Educação Ambiental e o segundo abrange todo o processo de desenvolvimento relativo ao aplicativo produzido.

Inclusive, é necessário destacar a importância e influência que a primeira etapa teve sobre a segunda. Conforme abordado no Capítulo 1, os trabalhos que utilizam recursos didáticos em forma de jogos, principalmente os que abordam a dinâmica de perguntas e respostas (*quiz*), são os que apresentam os resultados

mais significativos quanto à fixação do conhecimento e respectiva melhoria do desempenho escolar. Também se chegou à conclusão de que não havia uma proposta suficientemente abrangente de aplicativo ou jogo didático para o apoio ao ensino da Educação Ambiental e de que atualmente o meio mais democrático para a apresentação de uma solução digital seriam os dispositivos móveis, principalmente representados pelos *smartphones*. Assim sendo, o Capítulo 2 apresenta a construção da proposta e o desenvolvimento propriamente dito de um aplicativo para dispositivos móveis, em formato de jogo educativo de perguntas e respostas, e que abrange a maior parte das problemáticas ambientais contemporâneas, como a gestão dos resíduos sólidos urbanos, o desmatamento e a perda da biodiversidade, a poluição atmosférica e o aquecimento global, as fontes de energia renováveis, a poluição e importância da água, além de questões sobre a exploração dos recursos minerais, solos e formas de conservação dos mesmos, a exemplo das práticas da Agroecologia.

2 CAPÍTULO 1: UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS EM AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO: A Educação Ambiental possui papel de extrema importância quando nos referimos ao processo de transformação da sociedade. E, com a tecnologia se tornando cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, torna-se natural a ideia de utilizar ferramentas tecnológicas no apoio as ações de Educação Ambiental. Não obstante, a discussão de temas importantes, como as questões ambientais, deve realizar-se principalmente nas escolas, onde o uso de ferramentas educacionais lúdicas e tecnológicas possibilita ao aluno desenvolver-se autonomamente, além de permitir aos educadores viabilizar um aprendizado mais interessante e democrático. O objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento e análise dos mais recentes projetos desenvolvidos por educadores ambientais que se apoiam em ferramentas ou recursos providos pelas tecnologias da informação. Assim, através de ferramentas de pesquisa buscaram-se referências, a partir de 2020, relativas à utilização de tecnologias, softwares educacionais ou jogos digitais no desenvolvimento de ações de Educação Ambiental. Os trabalhos analisados mostraram que ao aliar ações de Educação Ambiental a ferramentas tecnológicas, obtém-se maior engajamento e interesse dos estudantes, além de o aprendizado ser otimizado, possibilitando um desenvolvimento crítico e ambientalmente responsável. Entretanto, não se encontrou uma proposta abrangente utilizando ferramentas tecnológicas que incluíssem a discussão da maior parte das problemáticas ambientais contemporâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias da informação e comunicação, Metodologias pedagógicas, Meio ambiente, Sustentabilidade.

ABSTRACT: Environmental Education has an extremely important role when we refer to the process of transforming society. And, with technology becoming more and more present in people's daily lives, the idea of using technological tools to support Environmental Education actions becomes natural. However, the discussion of important themes, such as environmental issues, should take place mainly in schools, where, by using ludic and technological educational tools,

students are able to develop autonomously, in addition to allowing educators teaching on the way more interesting and democratic. The objective of this research was to carry out a survey and analysis of the most recent projects developed by environmental educators who use and rely on tools or resources provided by information and communication technologies. Thus, through search tools, references were searched, from 2020, on the use of technologies, educational software or digital games in the development of Environmental Education actions. The analyzed studies are appreciated that by combining Environmental Education actions with technological tools, greater engagement and interest from students is obtained, in addition to optimizing learning, providing a critical and environmentally responsible development. However, a comprehensive proposal based on technological tools, which included the discussion of most contemporary environmental issues, was not found.

KEYWORDS: Information and communication technologies, Pedagogical methodologies, Environment, Sustainability.

2.1 INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental possui um papel de extrema importância quando nos referimos ao processo de transformação da sociedade, servindo como uma porta de entrada para novos conhecimentos, hábitos e padrões de consumo e produção. Também atua como uma ferramenta geradora de novas discussões sobre temas importantes, principalmente os relativos às grandes problemáticas ambientais, como a perda da biodiversidade, a exploração exacerbada dos recursos naturais, o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos e a emissão de gases potencializadores do efeito estufa (SOUZA *et al.*, 2022).

A educação ambiental é uma estratégia com efeitos visíveis preponderantemente no longo prazo, e se apresenta como uma alternativa a ser ampla e urgentemente implementada. Assim, através da disseminação dos ensinamentos relativos à proteção ambiental para a maior quantidade possível de pessoas, principalmente as novas gerações, será possível mostrar que, de forma consciente, elas podem ser protagonistas de ações coletivas de

preservação, revertendo, ou ao menos mitigando, o avanço das problemáticas ambientais contemporâneas (UDESC, 2021).

É possível observar como a tecnologia vem se tornando a cada dia mais presente no cotidiano das pessoas. Este processo foi potencializado devido a ocorrência da pandemia causada pelo novo coronavírus (Covid-19), com destaque a ampla implementação do trabalho e do estudo remoto ou híbrido. Desta forma, torna-se natural a ideia de se utilizar ferramentas tecnológicas no apoio as ações de Educação Ambiental, sensibilizando a população sobre temas relevantes e incentivando um posicionamento quanto às situações relacionadas ao desenvolvimento sustentável (SOUZA *et al.*, 2022).

Não obstante, a discussão de temas importantes, incluindo as questões ambientais, deve realizar-se por todos aqueles que vivem em sociedade, mas são nas escolas que eles devem primeiramente ser debatidos, incentivados e promovidos. Além de que, o uso de ferramentas educacionais lúdicas e tecnológicas possibilita ao aluno desenvolver-se autonomamente e ser protagonista do processo de ensino-aprendizagem (RODRIGUES-MOURA; GONÇALVES, 2020).

Os novos modelos de ensino, remoto e híbrido, foram e seguem sendo efetivados como formas modernas e legítimas de se fazer educação. Mesmo com o fim da pandemia eles não foram abandonados, muito pelo contrário, estarão cada vez mais presentes no cotidiano de educandos e educadores. Videoaulas, *podcasts*, infográficos digitais ou apresentações multimídia elaboradas passaram a ser amplamente utilizadas como ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino, e em conjunto com *sites*, *blogs*, jogos sérios ou didáticos, sejam eles para computadores ou *smartphones*, os educadores modernos têm em suas mãos diversas oportunidades de viabilizar um aprendizado mais interessante, divertido e democrático aos seus estudantes (SOUZA *et al.*, 2022).

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar um levantamento e análise das especificidades dos mais recentes projetos desenvolvidos por educadores ambientais, que utilizam e apoiam-se em ferramentas ou recursos providos pelas tecnologias da informação e comunicação. Já o objetivo específico foi verificar, entre os projetos analisados, a existência de um aplicativo ou jogo digital que

pudesse ser considerado como uma solução abrangente ou de maior complexidade para o apoio ao ensino da Educação Ambiental.

2.2 METODOLOGIA

A natureza desta pesquisa científica é aplicada, ou seja, tem como propósito a solução de problemas específicos envolvendo os interesses locais e regionais (FÁVERI; BLOGOSLAWSKI; FACHINI, 2010). Em relação ao seu objetivo, pode ser classificada como descritiva, pois “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2018, p. 42). Já quanto ao procedimento técnico, ela se enquadra como uma pesquisa bibliográfica, que para Lakatos e Marconi (2010, p. 166), é aquela que “abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até os meios de comunicação oral”.

Através das ferramentas de pesquisas “Google Acadêmico” e “Periódicos da Capes” buscaram-se referências relativas à utilização de tecnologias, softwares educacionais ou jogos digitais no desenvolvimento de ações de Educação Ambiental. Optou-se por limitar a pesquisa aos trabalhos produzidos a partir do ano de 2020, devido representarem o período referente ao enfrentamento da pandemia do Covid-19 e após, quando os educadores tiveram de se reinventar ao se verem diante dos modelos de ensino remoto e híbrido. As palavras-chave utilizadas foram: educação, ambiental, sustentabilidade, tecnologia, software e aplicativo, utilizadas intercaladas, combinadas e ao mesmo tempo.

Através do levantamento bibliográfico, cerca de cinquenta trabalhos científicos diversos foram encontrados. Todos guardavam relação entre a Educação Ambiental e alguma tecnologia da informação e comunicação. Assim, após a leitura, selecionaram-se dez estudos para uma análise mais aprofundada. Estes, eram todos provenientes de periódicos científicos e apresentavam temas

e aplicações diferentes entre si, fatores que os fizeram se sobressair em relação aos outros quarenta estudos.

2.3 RESULTADOS

Este estudo traz adiante uma revisão bibliográfica acerca da Educação Ambiental, seus conceitos, legislação e aplicação em território nacional. Na sequência, apresenta uma revisão sobre a importância da relação entre a Educação Ambiental e as tecnologias da informação e comunicação. E ao final, apresenta um levantamento e análise de dez estudos, diversos entre si, que aliam ações de Educação Ambiental a ferramentas ou recursos tecnológicos.

2.3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Melo (2019) afirma que o Fórum Global das Organizações Não Governamentais, realizado durante a Conferência ECO-92, foi o evento no qual foi assinado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, documento que é considerado o marco referencial da Educação Ambiental e que contém uma das mais precisas definições para ela:

A Educação Ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Tal educação é um direito de todos, individual e coletiva, deve ter como base o pensamento crítico e inovador, em qualquer tempo e lugar. Dentre outros princípios que orientam a conquista de sociedades sustentáveis e responsabilidade global estão: atos políticos fundamentados em valores para a transformação social; estímulo à solidariedade, igualdade e respeito aos direitos humanos; democratização dos meios de comunicação de massa; promover a cooperação e diálogo entre indivíduos e instituições; valorizar e integrar as diferentes formas de conhecimento; ajudar a desenvolver uma consciência ética sobre todas as formas de vida com as quais compartilhamos este planeta, respeitar seus ciclos vitais e impor limites à exploração dessas formas de vida pelos seres humanos (MELO, 2019, p. 41-42).

No Brasil, conforme proposto pelas Diretrizes Curriculares para a Educação Básica, os conteúdos que atendem aos objetivos de aprendizagem da

Educação Ambiental devem ser ministrados de maneira integrada, interdisciplinar e transdisciplinar em todos os níveis de ensino (BRASIL, 2013).

Segundo Spiel e Schwartzman (2018), o progresso social tem como instrumento central a educação. Da mesma forma, a Educação Ambiental se mostra como um meio para o progresso ambiental e para o desenvolvimento sustentável, influenciando diretamente a vida das próximas gerações. Devido a isto, a participação efetiva de crianças em ações relacionadas a sustentabilidade é indispensável e cabe aos professores destes o desenvolvimento de abordagens capazes de promover o “questionamento sobre os problemas ambientais da sociedade atual e o empoderamento dos jovens/cidadãos para a transformação social no sentido da construção de um mundo mais justo e sustentável” (REIS, 2021, p. 6).

Logo, a Educação Ambiental, deve educar para a cidadania e, consequentemente, abrir caminhos para ações políticas, para a realizações de atos coletivos, para a criação de um novo paradigma, promotor de visões holísticas e críticas a partir de propostas conectadas ao mundo real e que englobem todas as dimensões envolvidas em um determinado problema socioambiental (VARELA-LOSADA *et al.*, 2016). Ainda, segundo Morán (2017), faz-se necessário que as escolas se reinventem, buscando implementar novas propostas de ensino centradas no discente, mais flexíveis e que utilizem metodologias ativas e as ferramentas e os recursos tecnológicos disponíveis.

2.3.2 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO APOIO ÀS AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A intensa utilização e o aprimoramento dos diferentes recursos tecnológicos estão alterando o modo como nos relacionamos interpessoalmente e, principalmente, a forma como adquirimos e produzimos novos conhecimentos. Profundas mudanças vêm acontecendo no que diz respeito a interação entre a educação e as novas tecnologias da informação e comunicação (TICs), devido, principalmente, ao processo de reorganização da sociedade em um formato a cada dia mais globalizado, tecnológico e digital. Também se entende que a

interação entre a Educação Ambiental e as novas tecnologias representa um avanço, pois possibilita uma ampla sensibilização e conhecimento dos diferentes contextos e problemas ambientais (CERUTTI; DUARTE, 2017; SILVA, 2019).

O crescente acesso que as crianças têm ao universo dos computadores, da internet, dos celulares e de outras tecnologias digitais transforma consideravelmente o dia a dia delas. Cada vez mais novas, já fazem uso habitual e massivo desses recursos tanto para tarefas escolares e pesquisas quanto para comunicação e, sobretudo, divertimento (MAIDEL; VIEIRA, 2015, p. 294).

Hoje em dia, a utilização do livro didático como único recurso educacional não mais sacia plenamente os saberes dos alunos. A utilização de recursos tecnológicos, como jogos digitais, no ensino fundamental torna as aulas mais interessantes e atrativas aos estudantes, especialmente quando envolvem assuntos relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade (FANTINI; COSTA; MELO, 2012).

De acordo com Resende (2016), a utilização das TICs surge como uma esperança para a resolução de antigos problemas da educação, devido principalmente à existência de inúmeras alternativas relativas às ferramentas e recursos tecnológicos, além da possibilidade de seu uso ser combinado aos novos paradigmas para produção do conhecimento, como as metodologias ativas, que respondem mais efetivamente às necessidades e especificidades de cada aluno. Estes novos paradigmas, traduzidos em práticas de ensino e aprendizagem são favorecidas pelo avanço das TICs e nos possibilitam gerar novas perspectivas sobre o ensino, principalmente em relação ao ensino remoto e à distância (KLERING, 2015).

Esta nova forma de ensinar, segundo Soares e Nascimento (2020), permite que os alunos discutam e reflitam sobre às questões ambientais, vinculando a sustentabilidade ao processo de geração de conhecimento. Assim, os recursos digitais, como os jogos por exemplo, possibilitam ainda que estudantes com diferentes capacidades, habilidades e ritmos de aprendizado possam expandir suas experiências e opções de aquisição de conhecimento, acontecendo até mesmo fora da sala de aula. São processos focados em quem aprende e menos associados a quem ensina (SQUIRE, 2005; PINHEIRO; OLIVEIRA NETO; MACIEL, 2021).

Os jogos digitais quando utilizados no ensino de ciências aumentam o envolvimento dos alunos com o conteúdo a ser trabalhado e impactam de maneira positiva sobre a capacidade de resolverem problemas, se mostrando assim uma das ferramentas mais promissoras para a educação científica em sala de aula. Já ao tratarmos especificamente sobre questões de meio ambiente e sustentabilidade, o uso de jogos com temática ambiental se mostra como uma opção estimulante e motivadora, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e a concepção de uma consciência ambiental (LESTER *et al.*, 2014; MOÇO; VENTURA; MALHEIRO, 2015).

Liao, Chen e Shih (2019) identificaram que um jogo digital ao ser utilizado promove grande entusiasmo, exige raciocínio comparativo e um entendimento ágil do conteúdo, estimula a inteligência e a lógica, e assim, torna-se uma ferramenta de ensino potencializadora do desenvolvimento cognitivo e social dos alunos. Galvão e Cohen (2016) identificaram em suas pesquisas que os usuários dos jogos com temática ambiental preferem a interação em relação a passividade e buscam sempre interagir, sentindo-se parte ativa do jogo. Observa-se, então, que a interatividade é um fator decisivo quanto ao sucesso ou fracasso da implementação de um jogo digital como ferramenta para o ensino da Educação Ambiental.

2.3.3 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APOIADAS POR FERRAMENTAS OU RECURSOS TECNOLÓGICOS

A seguir, serão detalhados dez estudos, selecionados a partir da amostra inicial de cinquenta trabalhos, que relacionam o ensino da Educação Ambiental às tecnologias da informação e comunicação.

2.3.3.1 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA CAATINGA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO SEMINÁRIOS E O APLICATIVO KAHOOT

O estudo de Alves *et al.* (2020) teve como objetivo desenvolver uma sequência didática acerca da valorização e conservação da biodiversidade presente na Caatinga, baseando-se, teoricamente, no conhecimento dos serviços ecossistêmicos e das interações ecológicas existentes neste importante bioma brasileiro e, de maneira prática, na utilização da plataforma digital denominada “Kahoot”. O Kahoot é uma plataforma digital de aprendizagem baseada em jogos, acessada via navegador web, ou por meio de aplicativo *mobile* próprio. A plataforma permite a criação, compartilhamento e execução dos jogos ali criados. Estes jogos se constituem basicamente por “quizzes”, ou seja, jogos de perguntas e respostas interativos. Assim, o Kahoot tem sido utilizado no contexto pedagógico em situações diversas, mas principalmente como instrumento avaliativo, constituindo uma parte de estratégias mais complexas baseadas no uso de metodologias educacionais ativas (BOTTENTUIT JUNIOR, 2017).

A sequência didática proposta por este estudo, teve como público-alvo alunos do Ensino Médio, devido preponderantemente às exigências da BNCC (Base Nacional Curricular Comum) para este nível de ensino. A sequência é entendida como uma estratégia educacional que possibilita a abordagem dos ensinamentos sobre os serviços ecossistêmicos e sobre as relações ecológicas existentes no bioma da Caatinga, por meio do planejamento, construção, apresentação, reflexão e avaliação, por meio do Kahoot, de seminários orais, produzidos e ministrados pelos alunos, estando estes divididos em diferentes grupos de trabalho. Desta forma, a proposta de inserção didática apresentada acaba por propiciar uma compreensão maior e melhor quanto aos conceitos mais profundos relativos ao tema da conservação e importância da Caatinga, e transforma a aprendizagem diante da necessidade de se apresentar uma resposta eloquente perante o desafio apresentado (ALVES *et al.*, 2020).

2.3.3.2 APLICATIVOS EDUCACIONAIS COMO PROPOSTA PARA ABORDAGEM DA TEMÁTICA AMBIENTAL

Rodrigues, Gonçalves e Coutinho (2020) realizaram um levantamento e identificação dos aplicativos relacionados à Educação Ambiental presentes nos dois repositórios mais importantes conhecidos, das empresas Google e Apple, e, por fim, desenvolveram uma prática ou sequência pedagógica utilizando um dos aplicativos encontrados. Optaram pela utilização de um aplicativo chamado “SUSTENTABILIZANDO”, por ser o mais abrangente encontrado, e adotou-se a “Seção Água” do mesmo para embasar a criação de uma abordagem educacional vinculada à Educação Ambiental.

O aplicativo SUSTENTABILIZANDO é um projeto didático que tem por objetivo alertar seus usuários sobre as questões referentes ao desperdício dos recursos naturais e as práticas que podem reduzir o consumo deles. Entendida esta questão, a apoiados pela “Seção Água” do software, os autores definiram um roteiro ou sequência pedagógica a ser desenvolvida em quatro encontros: 1º encontro - aplicação do pré-teste (de modo a mensurar conhecimento prévio dos alunos acerca do tema “Água”), motivação e sensibilização; 2º encontro - execução da atividade com o aplicativo sobre a água e a sua importância; 3º encontro - confecção de uma cartilha referente ao que foi trabalhado na aula anterior; e por fim, no 4º encontro - o pós-teste (de modo a mensurar a evolução dos alunos avaliados). Feito isso, concluiu-se que o uso de um aplicativo, a exemplo do SUSTENTABILIZADO, permite que se progride na discussão e na divulgação de ações referentes ao meio ambiente e à sustentabilidade (RODRIGUES; GONÇALVES; COUTINHO, 2020).

2.3.3.3 SUSTENTABILIZANDO: UMA TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Este trabalho resulta da aplicação da proposta de abordagem educacional desenvolvida pelos autores Rodrigues, Gonçalves e Coutinho (2020) no artigo “Aplicativos Educacionais como Proposta para Abordagem da Temática

Ambiental”, descrito no subtítulo 3.3.2. No caso, as atividades sugeridas foram aplicadas em uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental (RODRIGUES; COUTINHO, 2022).

Rodrigues e Coutinho (2022), ao término dos encontros propostos e após a análise dos resultados dos testes aplicados, observaram uma melhora na associação entre a linguagem científica e as atividades do dia a dia dos alunos, demonstrando quão relevante as ações de Educação Ambiental são quando se pensa em conservação ambiental. Notaram, também, que o pensamento crítico e a absorção dos conceitos científicos, das tecnologias e das representações culturais e sociais dos indivíduos foram impactados positivamente pela atividade desenvolvida. Desta maneira, concluíram que as propostas educacionais fundamentadas na contextualização do ensino das ciências aliadas a recursos tecnológicos proporcionam um maior interesse na participação de ações educativas e contribuem para a formação crítica, científica e ambiental dos alunos envolvidos, e ainda influenciam àqueles com quem se relacionam, seja em suas casas ou na comunidade onde vivem.

2.3.3.4 “RECICLAPPSM” NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLÓGICA DAS CRIANÇAS

O trabalho de Vestena e De Bem (2020) teve como objetivo relatar os resultados obtidos com a construção e a utilização de um jogo digital, com temática ambiental, chamado “RECICLAPPSM”. O jogo foi desenvolvido a fim de apoiar o ensino de conteúdos científicos, tecnológicos e ambientais nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Utilizou-se para o seu desenvolvimento o software Construct 2, consolidado na área de desenvolvimento de jogos e aplicativos por leigos ou iniciantes no quesito codificação. Assim, o RECICLAPPSM consiste em um jogo do gênero “*drag and drop*”, traduzido como “arrastar e largar”, no qual o usuário seleciona um tipo de resíduo sólido urbano, como uma latinha de alumínio, por exemplo, que surge na tela do jogo e então arrasta este objeto até a lixeira adequada, representada pela cor amarela neste caso, marcando um ponto. Além de sensibilizar as crianças quanto ao destino

correto dos resíduos, o jogo considera também questões como toxicidade e periculosidade, dando a opção de o jogador colocar luvas em sua mão virtual antes de segurar o resíduo que será separado.

O jogo foi utilizado por um grupo de vinte e quatro alunos, do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental, no laboratório de informática de uma escola no município de Santa Maria - RS. Foram observadas algumas dificuldades quanto à identificação correta de alguns resíduos e dúvidas quanto onde depositar os resíduos orgânicos, mas no geral obteve-se sucesso no teste de implementação. Constatou-se então, que o jogo possui potencial para ser utilizado no apoio ao ensino de conceitos científicos, tecnológicos e, principalmente, ambientais às crianças, com destaque à questão da correta separação, destino e tratamento dos resíduos sólidos urbanos (VESTENA; DE BEM, 2020).

2.3.3.5 TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS VOLTADOS A TEMAS AMBIENTAIS

A pesquisa desenvolvida por Lima *et al.* (2020) teve por objetivo realizar um levantamento quanto ao desenvolvimento de aplicativos móveis relacionados à temática ambiental, entre os anos de 2016 e 2020. Após as pesquisas bibliográficas e documentais, realizou-se o levantamento dos aplicativos através de uma pesquisa minuciosa no repositório oficial de aplicativos do sistema Android na internet, o “Google Play Store”. Por meio das palavras-chave: “sustentabilidade”, “biodiversidade”, “educação ambiental”, “lei ambiental”, “desmatamento”, “queimadas”, “poluição”, “resíduos sólidos” e “recursos naturais” foram encontrados 119 (cento e dezenove) aplicativos. Os aplicativos encontrados foram classificados pelos autores nas seguintes categorias: Sustentabilidade, Biodiversidade, Educação Ambiental, Política/Crime Ambiental, Aquecimento Global e Gestão Ambiental.

Após analisar a classificação dos aplicativos e buscar a data em que foram disponibilizados para *download* (publicados) no repositório, os autores identificaram que durante os anos de 2016 a 2020 houve uma expansão

significativa no número de aplicativos desenvolvidos e publicados, ampliando mais e mais a cada ano, com destaque para as categorias de Gestão e Educação Ambiental. Já em relação ao número de downloads realizados no período estudado, as categorias destacadas foram “Sustentabilidade” e “Biodiversidade”, respectivamente. Estes dados mostram tanto o aumento na disponibilização de aplicativos, como também o aumento do interesse das pessoas quanto à temática ambiental, evidenciando desta forma uma grande demanda a ser suprida, e que surge muito em função da necessidade pela busca de soluções objetivas, completas e acessíveis pela população, principalmente em relação ao desenvolvimento sustentável (LIMA *et al.*, 2020).

2.3.3.6 ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: “PRODUTOS PERIGOSOS OU SUSTENTÁVEIS”

O trabalho de Oliveira *et al.* (2021) consistiu no desenvolvimento de um jogo digital educativo sobre o impacto ambiental e social relacionado ao uso de produtos perigosos e/ou sustentáveis. Além disso, avaliou-se o potencial do jogo desenvolvido como uma ferramenta de Educação Científica e Ambiental.

Os autores desenvolveram o jogo utilizando a plataforma de criação de jogos “Unity 3D” e os softwares gráficos “SketchUp” e “CorelDRAW”, além da página web “Canva.com”. A ideia do jogo era ensinar sobre a destinação final correta dos produtos que utilizamos no dia a dia, e, também abordar a forma como os produtos tóxicos impactam a vida dos micro e macro organismos. Após os testes e a utilização do aplicativo por 25 estudantes, do 9º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio, das redes pública e privada do estado do Paraná, observou-se que o desempenho apresentado por eles foi satisfatório, pois atingiram pontuações consideradas boas, ótimas e excelentes. Desta forma, perceberam que a escolha de um jogo digital como ferramenta de apoio à Educação Científica e Ambiental, dentro das temáticas sustentabilidade e contaminação ambiental, foi acertada, e que, como em outros trabalhos de pesquisa, as vantagens e benefícios que os jogos digitais pedagógicos podem

oferecer são, principalmente, o melhor entendimento dos conteúdos abordados e a grande interatividade dos alunos nas atividades correlatas (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Por fim, Oliveira *et al.* (2021) concluíram que, assim como outros jogos digitais, o jogo “Produtos perigosos e sustentáveis” pode ser considerado como um aliado ao ensino e como mais uma ferramenta educacional, disponível aos professores para ser utilizada de forma a contextualizar ou complementar os conteúdos ambientais abordados nas aulas.

2.3.3.7 SIMSUSTENTABILIDADE: UM JOGO DIGITAL DE ESTRATÉGIA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Jesus *et al.* (2021) apresentaram uma proposta de jogo de simulação e estratégia com a temática relacionada a questões socioambientais. O jogo, denominado “SimSustentabilidade”, segue uma lógica de ação construtivista, em que o jogador deve desenvolver uma cidade sustentável, através da construção e/ou demolição de empresas, fomento ao desenvolvimento de pesquisa e tecnologias e pela recuperação de áreas degradadas através do plantio de árvores. As ações, assim como as construções, que o jogador decide implementar ou eliminar, possuem impactos ambientais e econômicos na cidade gerenciada, e assim, o jogo permite ao jogador melhorar quanto a sua habilidade de tomada de decisões.

A análise referente à utilização do jogo procedeu-se a partir da coleta de dados, por meio de entrevistas semi-estruturadas, pela observação etnográfica e pela aplicação de um questionário. As entrevistas foram realizadas com quatro alunos, escolhidos aleatoriamente, em uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública em uma cidade do interior de Minas Gerais. Como resultado principal desta etapa, a partir da observação feita pelos próprios estudantes, os autores entenderam que os alunos passaram a ser mais conscientes do ponto de vista ambiental após a utilização do jogo. Em relação à observação etnográfica, vinte e quatro alunos, de outra turma de concluintes da mesma escola de Minas Gerais, foram direcionados a jogar o “SimSustentabilidade” em

um ambiente controlado. Os autores afirmaram ter visualizado nos alunos elementos como satisfação e diversão durante a jogatina. Por último, a aplicação de um questionário aos vinte e quatro alunos, com questões abertas, de viés qualitativo, e questões de mensuração dos aspectos do jogo, de modo quantitativo, demonstrou a excelente aceitação do jogo, havendo somente avaliações entre os níveis “bom” e “ótimo”, e pelos feedbacks positivos presentes nas questões abertas (JESUS *et al.*, 2021).

Desta maneira, Jesus *et al.* (2021) concluíram que a utilização do jogo permitiu um ótimo engajamento dos estudantes, o reforço dos conceitos socioambientais existentes e mostrou ainda que os jovens possuem grande interesse quanto à temática da preservação ambiental.

2.3.3.8 PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL

O jogo de celular, intitulado “Quiz Ambiental”, foi proposto por Estevam *et al.* (2021) como uma maneira de motivar o aprendizado dos estudantes, tornar mais dinâmico o ensino do conteúdo relativo às questões socioambientais, além de inserir uma ferramenta pedagógica e tecnológica mais próxima da realidade destes alunos. Foi desenvolvido utilizando a proposta de um “quiz”, ou seja, de um jogo de perguntas e respostas, e tinha por objetivo apresentar as questões relativas às problemáticas ambientais de uma maneira lúdica e interdisciplinar, nas disciplinas de química, biologia e geografia.

O jogo foi criado através da plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis “APPY PIE”, que permite a criação de aplicativos por pessoas leigas na área da programação. Além do acesso ao *quiz*, a tela inicial do aplicativo também possibilitava o acesso a um site criado de modo a embasar o jogador acerca de temas relacionados à Educação Ambiental. O jogo foi utilizado e validado por vinte professores e por cento e cinco alunos de duas unidades de ensino, uma instituição de ensino profissionalizante da rede privada e uma escola de educação básica da rede pública estadual, do município de Barcarena - PA. Definida a população a ser estudada, aplicou-se um questionário diagnóstico,

antes e após a utilização do jogo “Quiz Ambiental”. Antes do jogo a taxa de acertos das questões foi de 42 a 61% e após de 58 a 74% (ESTEVAM *et al.*, 2021).

Os resultados obtidos demonstram, assim como já observado em outros trabalhos científicos, como o de Magalhães *et al.* (2019), que aplicativos ou jogos no formato de *quiz* colaboram significativamente na melhoria do desempenho dos alunos.

2.3.3.9 VAMOS JOGAR OS 3RS EM AÇÃO! UMA PROPOSTA LÚDICA PARA ABORDAR AS QUESTÕES AMBIENTAIS

Os autores deste trabalho tinham como objetivo analisar a utilização de um jogo pedagógico aliado à uma tecnologia digital. Queriam também, através deste jogo, tornar a Educação Ambiental mais lúdica, crítica e engajada com a resolução dos problemas ambientais atuais. O jogo, denominado “3Rs em Ação!” tem como tema principal a sustentabilidade ambiental e permite aos jogadores aplicar o princípio dos 3R’s (reduzir, reciclar, reusar) em situações do seu dia a dia (PEREIRA; BAUTISTA; STRUCHINER, 2022).

A ferramenta pedagógica desenvolvida por Pereira, Bautista e Struchiner (2022) consiste em um jogo de tabuleiro, com 30 (trinta) casas a serem percorridas pelo peão do jogador, com objetivo de se chegar ao fim do percurso antes de que seu adversário. O avanço do peão do jogador se dá através da resolução de perguntas contidas em cartões, que possuem três níveis de dificuldade e que permitem ao jogador avançar uma casa, quando a cor do cartão de pergunta for verde, duas casas, quando amarelo, e três casas, quando vermelho. A inserção do componente tecnológico se deu através do conteúdo dos cartões-pergunta, onde há a impressão de um código QR (“*quick response*” ou “resposta rápida” em português), que contêm um *link* de redirecionamento para uma página da internet com informações acerca do conteúdo da pergunta.

O jogo foi analisado e validado por 20 alunos, escolhidos aleatoriamente, do sexto ao nono ano de uma escola municipal do Rio de Janeiro - RJ. Ao finalizarem as partidas eles foram convidados a responder um questionário, no

qual seus conhecimentos acerca da temática ambiental seriam testados e suas opiniões sobre o jogo registradas. Assim, observou-se que os participantes enfatizaram o quesito sensibilização e que puderam, enquanto jogavam, adquirir novos conhecimentos e refletir acerca das problemáticas ambientais abordadas. Estes resultados reforçaram a ideia dos autores de que jogos educativos aliados a tecnologias digitais têm a capacidade de contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes (PEREIRA; BAUTISTA; STRUCHINER, 2022).

2.3.3.10 USOS DE FERRAMENTAS DIGITAIS NA ESCOLA PARA ABORDAR CONTROVÉRSIAS DA MINERAÇÃO

O trabalho desenvolvido por Carmo *et al.* (2022) teve como objetivo indicar a utilização de tecnologias digitais como ferramentas para a promoção de engajamento quanto a temas socioambientais polêmicos, em escolas públicas de municípios onde existam atividades de mineração. Assim, os autores sugerem a utilização de algumas tecnologias geoespaciais e de sistemas de informação geográfica (SIG) como forma de subsidiar ações de Educação Ambiental com foco no conhecimento geográfico. Estas tecnologias apresentadas, bem como exemplos de sua possível utilização na educação básica, foram a página webgis “Atlas Digital Geoambiental”, geotecnologia de livre acesso gerenciada pelo Instituto Prístino, o software de mapas tridimensionais “Google Earth” e o site interativo “Histórias e Mapas”, também do Instituto Prístino.

Os autores concluíram, baseados em experiências próprias, bem como na de outros pesquisadores, que as ferramentas sugeridas permitem aos estudantes, por meio da compreensão das perspectivas geoespaciais, resolver mais facilmente problemas ambientais e sociais e entender conceitos geográficos complexos. E ainda, que podem ser utilizadas de maneira eficiente no auxílio da prática pedagógica e no suporte ao processo de aprendizagem crítica, principalmente quando os temas trabalhados forem relacionados às polêmicas da mineração em grande escala e aos efeitos ambientais nocivos e

degradantes associados a ela (GONZÁLEZ; TORRES, 2020; CARMO *et al.*, 2022).

2.4 CONCLUSÕES

A análise das pesquisas selecionadas, envolvendo ações de Educação Ambiental apoiadas por tecnologias da informação e comunicação, permitiu que se obtivesse uma boa noção quanto à quantidade e variedade de formas pelas quais é possível aliar práticas pedagógicas às diferentes ferramentas tecnológicas.

O interesse e o engajamento dos estudantes à temática ambiental, assim como a sensibilização deles, são possibilitados ou facilitados devido ao reforço dos conceitos ambientais pré-existentes e pela aquisição de novos conhecimentos acerca das grandes problemáticas ambientais enfrentadas pela humanidade. Desta forma, os recursos tecnológicos permitirão às novas gerações tornarem-se a cada dia mais conscientes e vislumbrarem, um futuro mais sustentável (JESUS *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Os trabalhos analisados permitiram observar como ações de EA aliadas a recursos ou ferramentas tecnológicas contribuem significativamente para uma formação ambientalmente mais crítica e científica dos alunos envolvidos. Possibilita também aos professores contextualizarem ou complementarem os conteúdos teóricos abordados nas aulas. Ainda se ressaltou que a utilização de jogos ou aplicativos no modelo de “quiz”, ou jogos de perguntas e respostas, contribui para uma significativa melhora no desempenho dos estudantes (ESTEVAM *et al.*, 2021).

Segundo Piaget (1999) um ser humano alcança o sucesso e bem-estar conforme aprimora a sua capacidade de resolver problemas e de encontrar soluções criativas para as questões apresentadas ao longo de sua vida. As pesquisas analisadas mostraram que ao aliar tecnologias a ações de conservação ambiental, houve melhoria no aprendizado crítico dos alunos e na sua capacidade de tomada de decisões. Além disso, os seus resultados trazem à tona o quanto as novas gerações são receptivas em relação à aquisição de

novos conhecimentos e quanto grande é a sua capacidade de aceitar desafios. Devido a isto, diversos são os relatos de ações de Educação Ambiental replicadas em suas famílias e comunidades, tornando-os amplificadores e disseminadores de atitudes e práticas em prol de uma sociedade ambientalmente mais lúcida e sustentável (SOUZA *et al.*, 2022).

Uma das pesquisas estudadas indicou que nos últimos anos houve um aumento do interesse das pessoas pelos temas ambientais, o que contribuiu com um aumento no número de aplicativos móveis relacionados às questões de conservação do meio ambiente e da sustentabilidade econômica e socioambiental (LIMA *et al.*, 2020). Entretanto, os aplicativos ou jogos construídos, não se apresentam como soluções suficientemente abrangentes no apoio às ações da Educação Ambiental, a maioria aborda apenas um ponto ou conceito dentro das problemáticas ambientais, como a correta separação dos resíduos sólidos urbanos, por exemplo. Devido a isto, e em consonância ao desenvolvimento social e tecnológico, percebemos a necessidade do surgimento de soluções cada vez mais rápidas, completas e eficazes, de modo a mitigar os problemas causados pelo aumento na escala de produção industrial e pelo consumo desenfreado da humanidade. Assim, é evidente a importância do desenvolvimento de novas tecnologias, com destaque aos aplicativos móveis, para o ensino da Educação ambiental, em conjunto com diferentes ações nas escolas e comunidades, de forma a atingir um conhecimento amplo e ramificado.

2.5 AGRADECIMENTO

Este trabalho recebeu apoio financeiro do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU/FUMDES Pós-Graduação.

3 CAPÍTULO 2: “DESAFIO AMBIENTAL UDESC”: PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL, EM FORMATO DE JOGO EDUCACIONAL, PARA O APOIO AO ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO: A Educação Ambiental surge como uma proposta aos diversos segmentos da sociedade para uma mudança de valores e posturas, tendo como grande desafio aliar a educação às questões ambientais. Embora seja uma estratégia com efeito no longo prazo, a Educação Ambiental é uma alternativa para reduzir as perspectivas de cenários futuros mais pessimistas. Para isto, se faz necessária a disseminação de seus ensinamentos para a maior quantidade possível de pessoas, com ênfase às crianças e aos adolescentes, por meios de comunicação acessíveis e de formas atrativas, simples e lúdicas. Um destes meios são os jogos digitais, que levam seus participantes a aprender intuitivamente, através da antecipação de vivências, rapidez na aplicação de treinamento, trabalho em equipe e envolvimento lúdico. O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo ou jogo educativo, a ser executado em *smartphones*, de modo a apoiar o ensino da Educação Ambiental no município de Lages-SC. Desta forma, desenvolveu-se uma aplicação completa, desde o *back-end*, construído com as API's Javascript NodeJS e AdonisJS, passando pelo gerenciador web, feito com HTML, CSS e com a API Javascript ReactJS, e culminando no aplicativo móvel, criado por meio da API Javascript React Native. O aplicativo auxilia os estudantes a fixar os conhecimentos relacionados às questões ambientais por meio de um jogo de perguntas e respostas. Com a finalização do desenvolvimento do protótipo da aplicação é possível afirmar que o objetivo inicial foi atingido, mas que melhorias e novas funções ainda precisam ser implementadas de modo a deixar a aplicação melhor e mais completa.

PALAVRAS-CHAVE: Jogo digital, Sustentabilidade, Javascript, API.

ABSTRACT: Environmental Education emerges as a proposal to different segments of society for a change in values and postures, with the great challenge of combining education with environmental issues. Although it is a strategy with

a long-term effect, Environmental Education is an alternative to reduce the prospects of more pessimistic future scenarios. For this, it is necessary to disseminate its teachings to as many people as possible, with emphasis on children and adolescents, through accessible means of communication and in attractive, simple and playful ways. One of these means are digital games, which lead their participants to learn intuitively, through the anticipation of experiences, speed in the application of training, teamwork and playful involvement. The objective of this research was the development of a prototype of an educational application or game, to be executed on smartphones, in order to support the teaching of Environmental Education in the city of Lages-SC. In this way, a complete application was developed, from the *back-end*, built with the NodeJS and AdonisJS Javascript APIs, through the web manager, made with HTML, CSS and the ReactJS Javascript API, and culminating in the mobile application, created by through the React Native Javascript API. The application helps students to fix knowledge related to environmental issues through a quiz game. With the completion of the development of the prototype of the application, it is possible to state that the initial objective was achieved, but that improvements and new functions still need to be implemented in order to make the application better and more complete.

KEYWORDS: Digital game, Sustainability, Javascript, API.

3.1 INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental, cujo conceito foi definido na Política Nacional de Educação Ambiental, Lei Federal 9.795/99, compreende todos os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999). A Educação Ambiental surge como uma proposta aos diversos segmentos da sociedade para uma mudança de valores e posturas, tendo como grande desafio aliar a educação às questões ambientais (HANNIGAN, 2009).

Legalmente, a Educação Ambiental no Brasil deve acontecer de maneira integrada e interdisciplinar em todos os níveis de ensino. Contudo, segundo Melo (2019) são raros os municípios e Estados que fornecem condições adequadas para que se realize um trabalho eficiente de Educação Ambiental nas escolas brasileiras.

Embora seja uma estratégia com efeito no longo prazo, a Educação Ambiental é uma alternativa para reduzir as perspectivas de cenários futuros mais pessimistas. Para isto, se faz necessária a disseminação de seus ensinamentos para a maior quantidade possível de pessoas, com ênfase às crianças e adolescentes, através de meios de comunicação acessíveis e de formas atrativas, simples e lúdicas.

Videoaulas, *podcasts*, infográficos digitais ou mesmo apresentações multimídia passaram a ser consideradas ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino. Em conjunto com *sites*, *blogs*, jogos didáticos, sejam para computadores ou *smartphones*, os educadores modernos têm em suas mãos diversas oportunidades de viabilizar um aprendizado mais interessante e democrático aos seus estudantes. Assim, é pungente o fato de que um novo modelo de educação emerge suportado pelos jogos eletrônicos, computadores, *smartphones*, realidade aumentada etc., basicamente, devido ao acesso cada vez mais democratizado aos dispositivos digitais (LUIZ, 2018).

Segundo Santaella (2013), os jogos digitais levam seus participantes a aprender intuitivamente, através da antecipação de vivências, rapidez na aplicação de treinamento, trabalho em equipe e envolvimento lúdico. E de acordo com Jenkins *et al.* (2010), o jogo digital é como um conjunto de obstáculos a serem ultrapassados, que funcionam como agentes motivadores ao jogador colaborando com a aprendizagem.

No município de Lages/SC, onde o aplicativo resultante deste projeto será implantado futuramente, a Secretaria de Educação trabalha com os alunos do ensino fundamental uma disciplina que trata especificamente sobre a temática ambiental, chamada “Educação para a Sustentabilidade”. Nesta disciplina os alunos aprendem com aulas teóricas e práticas, dentro e fora da sala de aula, sobre separação de resíduos e reciclagem, proteção das fontes de água, compostagem, trabalham em hortas, entre outros (SED-LAGES, 2021a).

Associada a esta disciplina, fomentou-se um programa de extensão denominado “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar” em parceria com o Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Neste programa são desenvolvidas atividades nas escolas com crianças e adolescentes, através de dinâmicas, oficinas didáticas, teatros, atividades práticas, maquetes, entre outras estratégias pedagógicas (UDESC, 2021). No entanto, com passar dos anos verificou-se que as interações entre os bolsistas e acadêmicos da UDESC com os alunos das escolas ocorriam em uma quantidade de tempo menor do que a considerada ideal para a execução do projeto a campo e, principalmente, com as limitações de distanciamento impostas pela pandemia causada pelo novo coronavírus (Covid-19), percebeu-se a necessidade da aplicação de novas metodologias de ensino, viabilizadas através dos meios de comunicação, principalmente aqueles dotados de maior capacidade tecnológica e que sejam acessíveis ao público alvo.

Assim, chegou-se à definição do objetivo desta pesquisa, e à solução mais viável para o problema apresentado, que foi o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo ou jogo educativo, a ser executado em *smartphones*, de modo a apoiar o ensino da Educação Ambiental, desenvolvida tanto nas aulas de “Educação para a Sustentabilidade” como nos encontros e oficinas realizados por meio do projeto “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar”.

3.2 METODOLOGIA

A natureza desta pesquisa científica é aplicada, ou seja, é aquela que tem como objetivo a produção de conhecimento para aplicação prática e dirigida à resolução de problemas em específico (FÁVERI; BLOGOSLAWSKI; FACHINI, 2010). Além disso, o desenvolvimento de um software ou aplicativo é classificada como uma pesquisa tecnológica, que é um tipo de pesquisa científica aplicada, que visa à construção de um processo, protótipo ou produto ou ainda de um estudo para a viabilização destes (VALERIANO, 1998).

Convencionou-se, através de disciplinas ou áreas do conhecimento, como a gerência de projetos e a engenharia de software, de que toda criação ou

alteração realizada em um software ou conjunto de softwares deve seguir um modelo ou protocolo de práticas pré-determinadas, baseadas, principalmente, em documentações escritas, fluxogramas e diagramas, para que aqueles que darão suporte ou manutenção a um programa ou aplicativo no futuro consigam entender as variáveis, rotinas e modelos de negócio ali representados. Estes modelos são denominados Metodologias de Desenvolvimento de Software. Atualmente são divididos em dois tipos principais, as metodologias tradicionais ou cascata e as metodologias ágeis (SEABRA, 2013).

Quanto ao desenvolvimento inicial da aplicação, o processo de engenharia de software utilizou a metodologia tradicional *Unified Modeling Language - UML*, que consiste, principalmente, na produção de diagramas. Após a definição dos requisitos da aplicação, foram construídos os diagramas de casos de uso e de atividades. São documentos considerados essenciais no caso de uma possível manutenção no código-fonte do software e devem ser produzidos anteriormente ou concomitantemente ao desenvolvimento da aplicação (BOOCH, 2006; CAMOLESI, 2009).

Na parte relativa ao desenvolvimento dos códigos-fonte da aplicação adotou-se a metodologia ágil Scrum, que trabalha com pequenas iterações focadas no produto, chamadas *sprints* e com decisões normalmente colaborativas. Com a incorporação de alterações e integração contínua de novas funcionalidades, o modelo Scrum permite a adaptação a novos conceitos ao longo da execução do projeto (PMBOK, 2017). As reuniões derivadas dos *sprints* aconteceram bimestralmente entre os meses de janeiro e novembro de 2022 e mensalmente entre dezembro de 2022 e fevereiro de 2023.

Todos os dados referentes aos usuários, fases, perguntas e respostas, entre outros, necessitam ser armazenados e gerenciados de alguma forma. O armazenamento se dá por meio da tecnologia chamada banco de dados e o gerenciamento destes dados é realizado por meio de um software denominado Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB). Neste projeto optou-se pelo uso do SGDB PostgreSQL, que gerencia bancos de dados relacionais, justamente o tipo utilizado pela aplicação desenvolvida.

Um programa de computador pode ser desenvolvido de acordo com diferentes paradigmas e ser projetado e construído em partes independentes ou

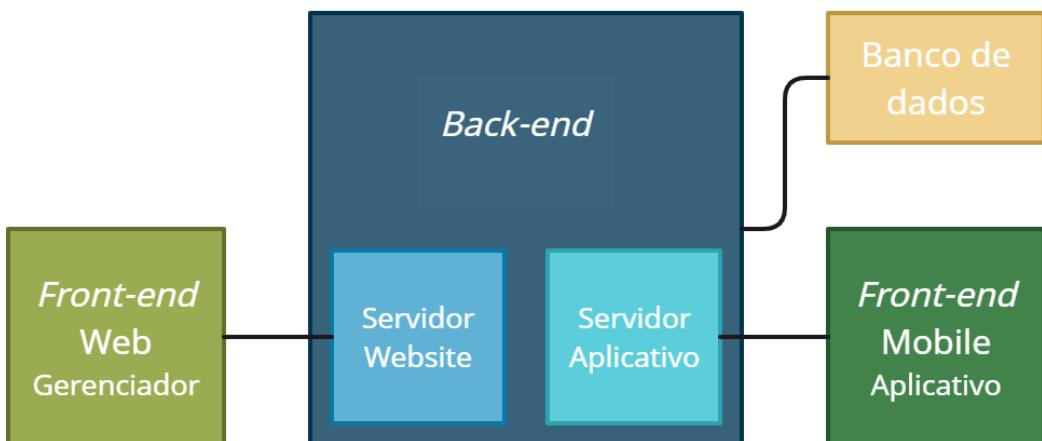
modulares. A aplicação desenvolvida neste estudo é composta por três componentes (Figura 1), além do banco de dados, que são indissociáveis e que podem executar suas funções concomitantemente ou não, entre outras especificidades. Eles são: o *back-end*, o *front-end mobile*, e o *front-end web*.

O *front-end* é a parte da aplicação que o usuário interage diretamente, como as telas, imagens e os botões, já o *back-end* é a parte não visível pelo usuário, como as requisições de informações ao banco de dados, por exemplo (SOUTO, 2019).

Para o desenvolvimento dos códigos-fonte destes componentes escolheu-se a linguagem de programação interpretada e estruturada chamada Javascript, em conjunto com algumas API's. O software editor de código-fonte utilizado foi o Visual Studio Code, da Microsoft.

A API NodeJS, junto à biblioteca AdonisJS, foi utilizada para a construção e integração do *back-end* com os demais componentes. A documentação se deu por meio da ferramenta Swagger em conjunto com o NodeJS. A página do gerenciador da aplicação ou *front-end web* foi baseada em HTML e CSS e utilizou a API ReactJS. Já o aplicativo móvel ou *front-end mobile* foi construído com o apoio da API React Native.

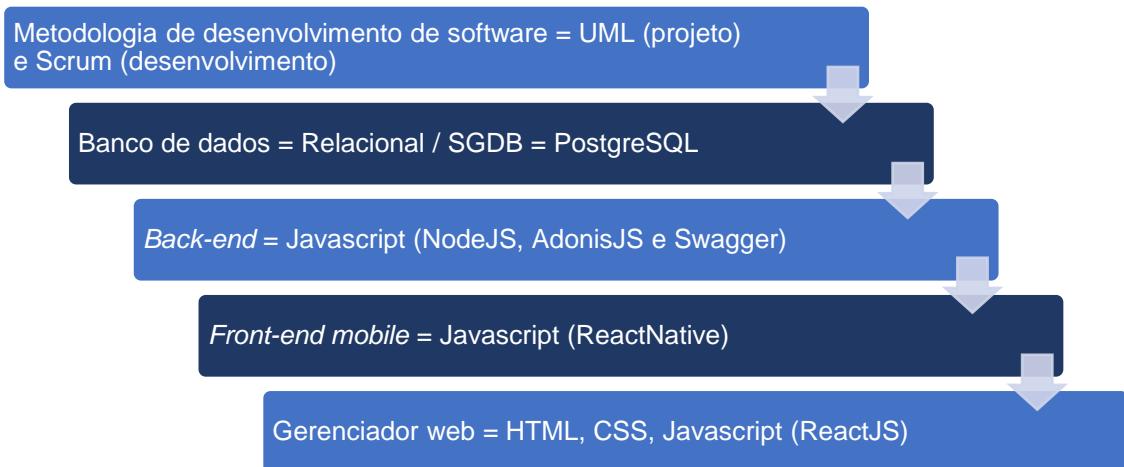
Figura 1 - Representação esquemática dos componentes da aplicação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As etapas da metodologia e os métodos e tecnologias utilizados no desenvolvimento deste trabalho são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Representação das etapas da metodologia e respectivas tecnologias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.2.1 Caracterização da área e população

A cidade de Lages localiza-se na mesorregião Serrana do estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil (Figura 3). Possui a maior extensão territorial entre os municípios do estado, com uma área de 2.651,4 Km² (AMURES, 2014).

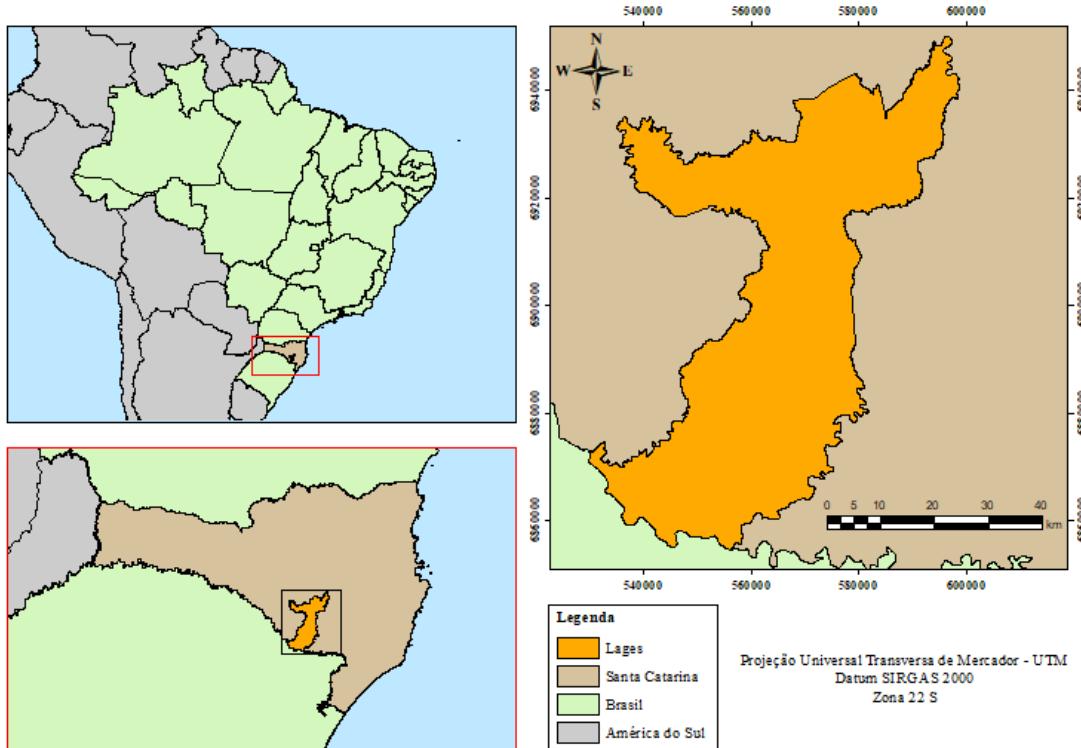
Em relação à educação, Lages conta com 127 instituições em sua rede municipal de ensino, entre escolas de educação básica, centros de educação infantil e escolas do campo, que juntas atendem diariamente cerca de 15.546 estudantes (SED-LAGES, 2021b). Já a rede estadual é composta por 22 escolas de educação básica, CEJA, CEDUP, e, com destaque no ensino superior, pelo CAV da UDESC. O ensino público federal também se faz presente no município, por conta da existência de um campus do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC (SED-SC, 2023).

Um diferencial da rede de ensino municipal é a existência de uma disciplina na grade curricular permanente do ensino fundamental chamada “Educação para Sustentabilidade”. Em conjunto com esta disciplina, fomentou-se um programa de extensão universitária denominado “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar”, em parceria com o Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Tanto os alunos que cursam a disciplina “Educação para a Sustentabilidade” quanto os que participam da “Oficina Socioambiental:

Despertar e Conscientizar” serão os potenciais usuários da versão definitiva do protótipo de aplicativo desenvolvido neste trabalho.

Figura 3 - Localização do município de Lages/SC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023), por meio do software QGIS.

3.2.2 Projeto da aplicação

3.2.2.1 Engenharia de requisitos da aplicação

O levantamento e a análise dos requisitos da aplicação são as primeiras atividades realizadas ao se iniciar o desenvolvimento de um novo software (Quadros 1 e 2). De acordo com Cesso (2016), um requisito consiste em uma condição ou capacidade necessária para que um usuário consiga resolver um problema ou alcançar um objetivo. Eles são divididos em requisitos funcionais e não funcionais. Segundo Sommerville (2011), requisitos funcionais (RF) são registros das tarefas que a aplicação deve realizar e de como ela se comportará diante de determinadas situações. Já os requisitos não funcionais (RNF) são

restrições ou recomendações relativas às funções ou serviços que a aplicação oferece.

Quadro 1 - Levantamento de requisitos relativos ao aplicativo móvel.

RF1	O aplicativo deve permitir a autenticação dos usuários.
RF2	O aplicativo deve permitir que os usuários acessem e joguem os jogos disponíveis.
RF3	O aplicativo deve coletar dados relacionados ao desempenho dos usuários aluno.
RNF1	O aplicativo deve possuir uma tela “Sobre” ou “Créditos”.
RNF2	O aplicativo deve rodar tanto em dispositivos Android como iOS.
RNF3	O aplicativo deve ser administrado por meio de um gerenciador web.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 2 - Levantamento de requisitos relativos ao gerenciador web.

RF1	O gerenciador web deve permitir a autenticação dos usuários.
RF2	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de escolas, com CNPJ, nome e sigla.
RF3	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de professores, com e-mail, nome e área.
RF4	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de alunos, com e-mail, nome, nível de ensino e escola.
RF5	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro usuários (administradores), com e-mail, nome e tipo.
RF6	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de cenários, com upload de imagem.
RF7	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de mundos, com upload de imagem e com vinculação a um cenário.
RF8	O gerenciador web deve permitir o gerenciamento do cadastro de jogos (perguntas), com classificação por nível escolar e tipo de jogo e à vinculação a um mundo.
RF9	O gerenciador web deve permitir que o usuário, ao criar um jogo, possa realizar testes antes de enviá-lo ao aplicativo móvel.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

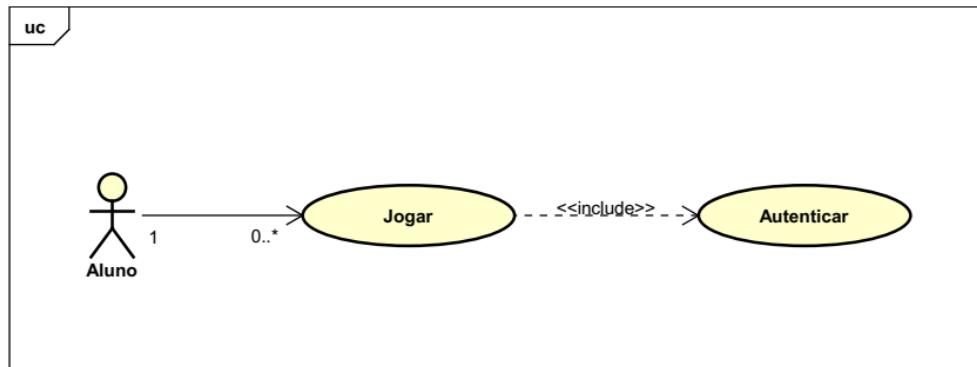
3.2.2.2 Diagramas de casos de uso da UML

Após ser realizado o levantamento dos requisitos funcionais, podemos representá-los utilizando os diagramas de caso de uso, por meio da UML.

Estes diagramas são desenvolvidos de modo a captar os requisitos funcionais de um determinado sistema ou aplicação. Eles indicam a forma como o sistema é utilizado, descrevendo as interações entre os usuários, chamados de atores, e o próprio sistema (FOWLER, 2005).

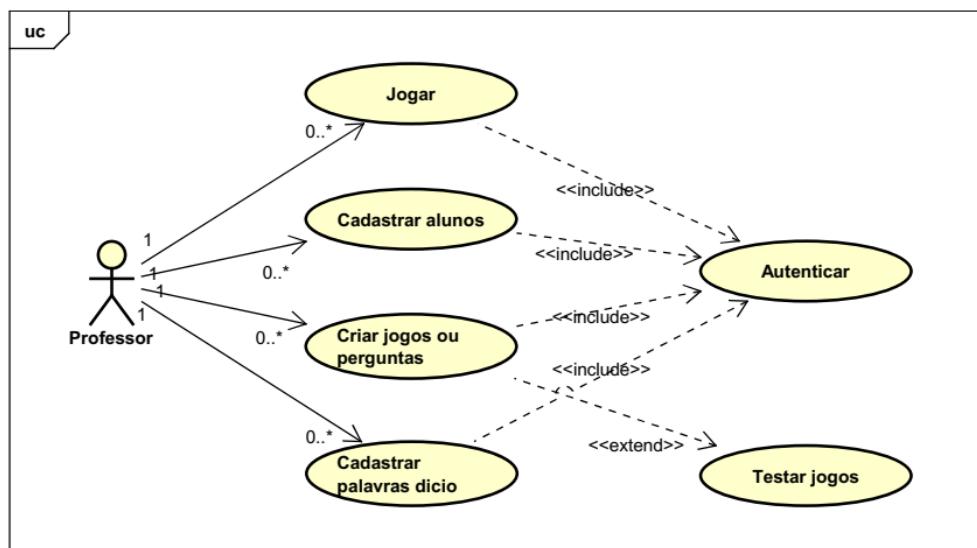
Os casos de uso relativos aos usuários Aluno, Professor e Administrador estão representados nas Figuras 4 5 e 6, respectivamente.

Figura 4 - Diagrama de caso de uso - Aluno.



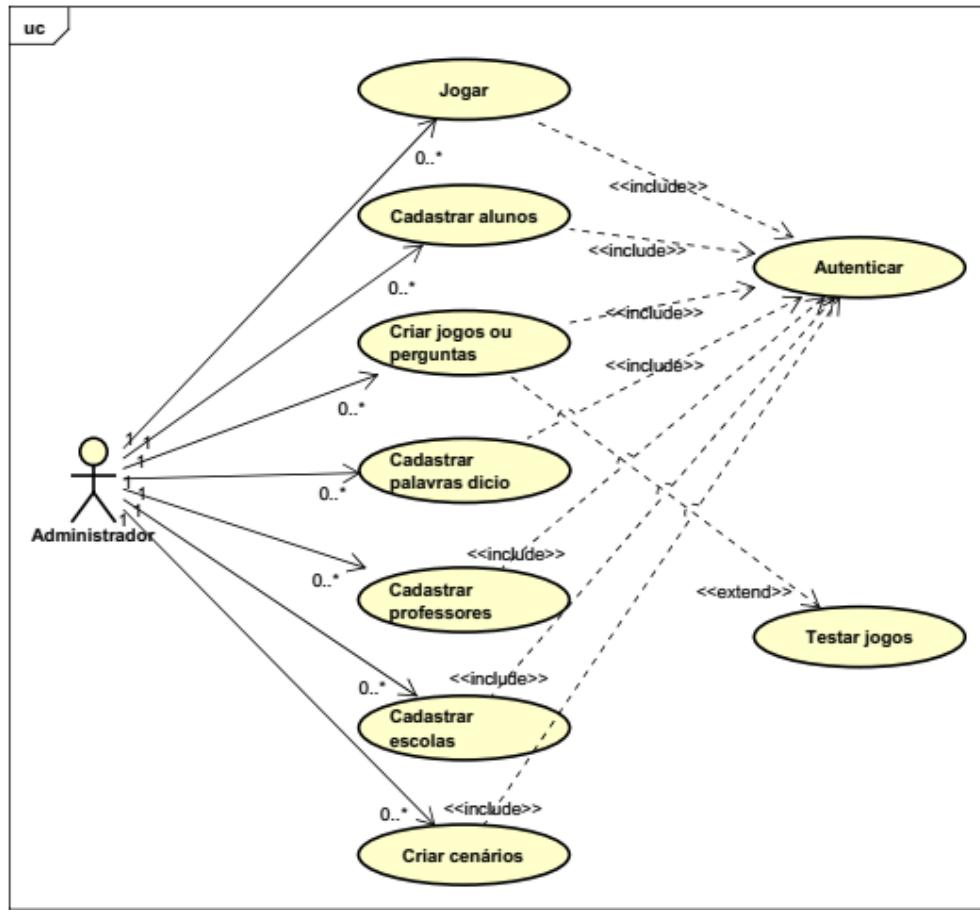
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 5 - Diagrama de caso de uso - Professor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 6 - Diagrama de caso de uso - Administrador.

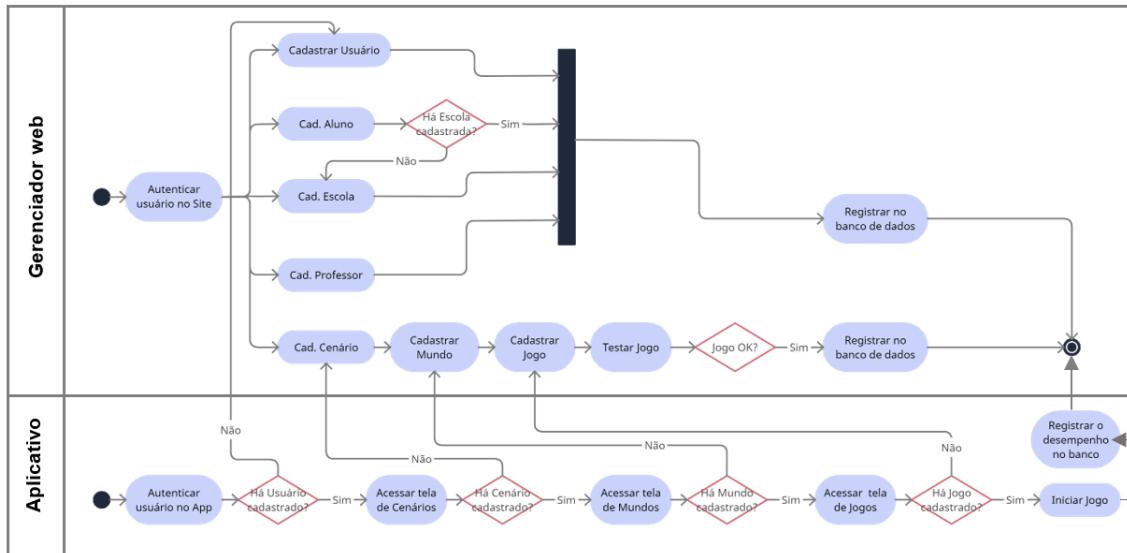


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.2.2.3 Diagrama de atividades da UML

Este diagrama da UML é utilizado para modelar o aspecto comportamental dos processos de uma aplicação. “Neste diagrama, uma atividade é modelada como uma sequência estruturada de ações, controladas potencialmente por nós de decisão e sincronismo. Em seu aspecto mais simples, um diagrama de atividades pode ser confundido com um fluxograma” (GUDWIN, 2010). O diagrama de atividades referente a esta aplicação está exemplificado na Figura 7.

Figura 7 - Diagrama de atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.2.2.4 Banco de dados relacional

Um banco de dados relacional é um conjunto de tabelas, na qual cada uma possui um nome único, onde uma linha na tabela representa um relacionamento entre um conjunto de valores, e as colunas identificam os tipos dos atributos a serem armazenados (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2012).

As tabelas do banco de dados desenvolvido para esta aplicação são apresentadas nos Quadros 3, 4, 5, 6 e 7.

Quadro 3 - Tabela do banco de dados de escolas.

Coluna	Tipo	Único	Nulo
ID	INTEGER pk	TRUE	FALSE
NOME	VARCHAR	FALSE	FALSE
CNPJ	VARCHAR	TRUE	FALSE
SIGLA	VARCHAR	FALSE	TRUE

Fonte: Elaborado pelo autor.

O campo “EMAIL” foi definido como a informação necessária para a autenticação, logo a estrutura das tabelas deverão ser:

Quadro 4 - Tabela do banco de dados de alunos.

Coluna	Tipo	Único	Nulo
ID	INTEGER pk	TRUE	FALSE
NOME	VARCHAR	FALSE	FALSE
EMAIL	VARCHAR	TRUE	FALSE
SERIE	VARCHAR	FALSE	FALSE
ESCOLA_ID	INTEGER(FK)		FALSE

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O usuário aluno fica vinculado a uma escola, uma ligação de 1 para 1.

Quadro 5 - Tabela do banco de dados de professores.

Coluna	Tipo	Único
ID	INTEGER pk	TRUE
NOME	VARCHAR	FALSE
EMAIL	VARCHAR	TRUE
AREA	VARCHAR	FALSE

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Neste caso, um usuário professor pode estar vinculado a mais de uma escola, portanto uma ligação 1 para n. Devido a isto torna-se necessário a criação de uma tabela de vinculação entre o banco de dados de professores e de escolas.

Quadro 6 - Tabela de vinculação entre bancos de dados de professores e escolas.

Coluna	Tipo	Único	NULO
PROFESSOR_ID	INTEGER Fk	TRUE	FALSE
ESCOLA_ID	INTEGER FK	TRUE	FALSE

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação aos tipos de usuários e suas respectivas permissões:

- GESTOR: que não precisa estar vinculado como um professor ou um aluno. Este tipo, poderá visualizar como ficará o acesso dos alunos e o trabalho dos professores. Acesso máximo.
- PROFESSOR: que precisa estar vinculado como um professor. Este tipo, poderá visualizar como ficará o acesso dos alunos, de modo a verificar as atividades propostas antes de serem disponibilizadas aos usuários-alunos. Acesso mediano.
- ALUNO: que precisa estar vinculado como um aluno. Este tipo irá apenas visualizar o conteúdo criado pelo professor e publicado no aplicativo. Acesso mínimo.

Quadro 7 - Tabela do banco de dados de usuários.

Coluna	Tipo	Único	NULO	
ID	INTEGER pk	TRUE	FALSE	
NOME	VARCHAR	FALSE	FALSE	
LOGIN	VARCHAR	TRUE	FALSE	
SENHA	VARCHAR	FALSE	FALSE	
TIPO	VARCHAR		FALSE	GESTOR, ALUNO, PROFESSOR
ALUNO_ID	INTEGER(FK)		TRUE	
PROFESSOR_ID	INTEGER (FK)		TRUE	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.2.2.5 Definição do escopo da aplicação

Definiu-se, inicialmente, que o aplicativo consistiria, basicamente de um jogo de perguntas e respostas (*quiz*) a ser executado em dispositivos móveis, com possibilidade de ser gerenciado através de uma página web, pelos administradores, permitindo a inclusão ou exclusão de perguntas, por exemplo. A quantidade de vezes em que o usuário acerta ou erra as respostas para as

perguntas deveria ser armazenada para verificação ou mensuração do aprendizado.

Foi decidido ainda que o jogo deveria ser o mais abrangente possível, na forma que cada grande problemática ambiental seria representada como um “mundo” dentro do cenário do jogo, com perguntas e respostas vinculadas àquela temática. Assim, os mundos, e o cenário onde os mundos serão apresentados, deveriam apresentar a possibilidade de alteração, adição e exclusão de outros mundos e cenários, por meio da página web de gerenciamento.

3.2.2.6 Definição da abrangência, enredo e personagens do jogo

O aplicativo desenvolvido foi denominado “Desafio Ambiental UDESC”, conotando assim os conceitos da sustentabilidade e da preservação ambiental, sem deixar o desafio, o instinto da exploração e a busca pelo desconhecido de lado. Também ressaltando o nome e importância da instituição por meio do qual o seu desenvolvimento foi possibilitado.

O software funciona basicamente como uma plataforma para a disseminação e fixação de conhecimentos e informações sobre a Educação Ambiental através de jogos de perguntas e respostas, mas com possibilidade de implementações futuras de jogos clássicos como quebra-cabeças, jogos-da-memória, arrastar e associar, entre outros.

Este jogo educativo foi dividido em seis “mundos” derivados das grandes problemáticas ambientais contemporâneas: 1) “Mundo da Energia” - energias limpas; 2) “Mundo do Ar” - poluição atmosférica/aquecimento global; 3) “Mundo da Floresta” - desmatamento/perda da biodiversidade; 4) “Mundo da Água” - poluição das águas; 5) “Mundo do Solo” - exploração desenfreada dos solos /recursos naturais; e 6) “Mundo dos Resíduos” - resíduos sólidos/5R (reduzir, repensar, recusar, reciclar, reutilizar).

Cada mundo será vinculado a um mascote/personagem, representado pelo Sol, chamado Hélio, no Mundo 1 e por animais da fauna de Santa Catarina nos outros casos: Mundo 2) Bela, a Abelha-mandaçaia; 3) Graça, a Gralha-azul;

4) Jajá, o Jundiá; 5) Joca, a Minhoca; e 6) Caqui, o Quati, que será também o mascote principal do jogo.

No início do jogo, o cenário ou mapa do “mundo” será apresentado poluído, mas conforme o usuário for jogando e vencendo as fases ou etapas e completando os mundos/problemáticas, aquela parte do mapa será restaurada e se tornará conservada novamente. Assim, quando o usuário tem todas as áreas limpas em seu mapa, antes poluído, ele vence o jogo.

O cenário inicial que o usuário/jogador visualizará ao iniciar o aplicativo poderá ser, conforme necessidade, substituído ou somado à outras temáticas no futuro, tornando assim o jogo ampliado, com possibilidade de expandir as abordagens a serem utilizadas.

Além disso, em relação à mecânica do jogo, pontos serão incrementados ao perfil do jogador conforme ele for acertando as perguntas e quanto mais eficiente ele for maior será sua pontuação. Esta pontuação será registrada de modo a ser utilizada pelos professores e gestores como forma de mensuração do aprendizado. Será possível analisar, no caso do jogo de perguntas e respostas, a quantidade de tentativas até o acerto, além de qual a alternativa escolhida na respectiva tentativa frustrada.

3.2.2.7 Prototipagem

O desenvolvimento de um software é muitas vezes precedido pelo desenvolvimento de telas ou protótipos visuais pensados por designers ou ilustradores, ou mesmo, de maneira mais rudimentar, pelos idealizadores do projeto, de modo a guiar os desenvolvedores na direção daquilo que se busca como objetivo estético para o projeto e se construir.

A Figura 8 apresenta algumas das telas da proposta inicial de desenvolvimento gráfico e *layout* para o aplicativo móvel ou *front-end mobile*: a) Tela inicial; b) Login; c) Escolha de mundo; d) Apresentação de Caqui, o Quati e do “Mundo dos resíduos”; e) Jogo de perguntas e respostas; f) Conclusão preliminar do mundo; e g) Tela demonstrativa de mundos concluídos.

Figura 8 - Protótipo visual do aplicativo móvel.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Desenvolvimento da aplicação

A aplicação foi desenvolvida a partir de um paradigma modular e desta forma dividida em *back-end*, *front-end* web e *front-end* mobile. Cada componente será apresentado detalhadamente a seguir.

3.3.1.1 *Back-end*

O *back-end* é a parte de uma aplicação que fica responsável por fazer uma espécie de “ponte” entre o banco de dados e o front-end. As ações do *back-end* não são visíveis pelo usuário, pois são relacionadas a requisições de informações, validações de dados e questões de segurança, por exemplo (SOUTO, 2019).

A integração entre o banco de dados e os componentes desta aplicação foram desenvolvidos por meio da API NodeJS, e da biblioteca AdonisJS. A documentação automática foi construída através da ferramenta Swagger.

A API NodeJS, segundo Melo (2021), é um ambiente de execução em uma máquina virtual própria que interpreta e executa os scripts de forma autônoma, sem a necessidade de um navegador web. A biblioteca AdonisJS é conhecida por sua robustez e complementa a estrutura de *back-end* junto ao NodeJS, ao apresentar padrões de estruturação de projeto e oferecer as funcionalidades de autenticação, validação de dados e envio de e-mails, por exemplo (SILVA, 2023).

No caso do Swagger, segundo Silva (2021), “é uma ferramenta que nos permite criar uma documentação utilizando o padrão JSON que já cria uma interface de visualização com todos os dados”. Por meio do módulo npm (Node package manager) swagger-autogen é possível gerar automaticamente a documentação dos *endpoints* da API. Esta documentação é interpretada por meio do npm adonis5-swagger e pode ser acessada por meio da definição de uma porta no servidor.

3.3.1.2 Gerenciador web ou front-end web

O *front-end* é a parte da aplicação relativa à questão audiovisual, como as telas, as imagens, os botões, ou seja, todos os objetos que podem interagir com o usuário de alguma forma ou realizar alguma ação dentro do software fazem parte do *front-end* (SOUTO, 2019).

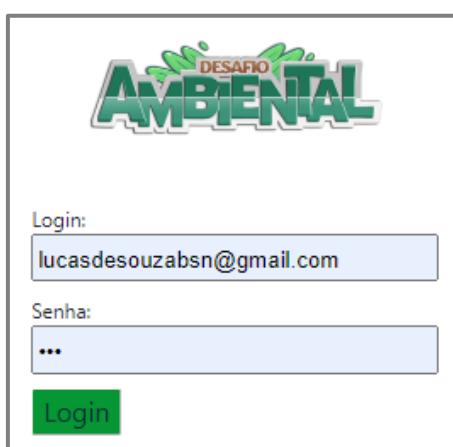
No caso, a página de gerenciamento da aplicação ou *front-end* web, como descrito na metodologia, foi construída utilizando-se a linguagem de marcação de hipertexto HTML e a linguagem de estilos visuais CSS. A programação de suas funcionalidades se deu através da linguagem Javascript e da API ReactJS.

O Javascript é uma das muitas linguagens de programação existentes. É uma linguagem interpretada, ou de script, com características de orientação a objetos e programação dirigida por eventos. Uma das suas vantagens é a grande quantidade de API's e bibliotecas que possui, devido a sua popularidade. Uma API ou biblioteca é um conjunto de padrões de programação que permitem a construção de aplicativos e sua utilização de maneira muito mais rápida e fácil do que desenvolver tudo do zero (UFRJ, 2011; PINHEIRO, 2020).

A API “ReactJS é uma biblioteca modular, o que significa que os componentes podem ser facilmente reutilizados e compartilhados entre diferentes partes da aplicação” (NEVES, 2023). Assim, o desenvolvimento das diversas páginas de gerenciamento do banco de dados foi bastante otimizado.

Ao acessar a página de gerenciamento pela primeira vez, os campos de login e senha são exibidos (Figura 9).

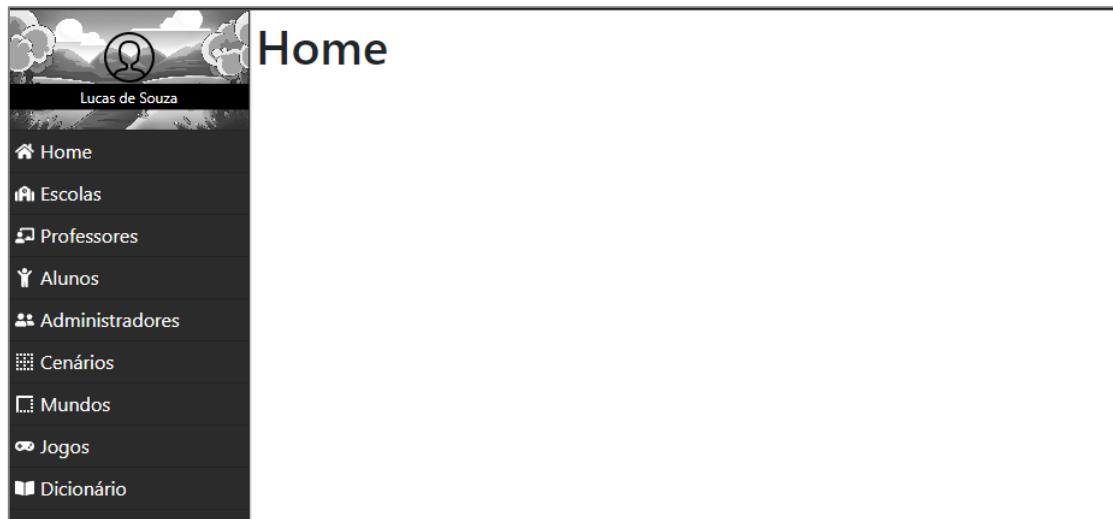
Figura 9 - Tela de login do gerenciador web.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após o preenchimento das informações ocorre a autenticação do usuário, o acesso ao sistema e a exibição da página inicial “Home” (Figura 10).

Figura 10 - Tela inicial ou “Home”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Através do menu de navegação, à esquerda da página, podem ser acessadas as opções de gerenciamento de informações do banco de dados. A segunda opção do menu “Escolas” é a referente à listagem (Figura 11) e cadastramento de escolas.

Figura 11 - Tela de listagem das escolas cadastradas.

Lista de Escolas				
	#	CNPJ	Nome	Sigla
2 registro(s)				
<input checked="" type="checkbox"/>	2	83548776000178	Escola Estadual Tereza Cristina	EETC
<input checked="" type="checkbox"/>	1	83548776000179	Escola Municipal Honorata Stedelli	EMHS
 Página 1 				

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As telas de cadastro de informações apresentam os campos necessários ao preenchimento e validação daquelas informações, além do botão “Salvar” no canto superior direito. No caso do cadastro de escolas (Figura 12), por exemplo, são disponibilizados para preenchimento os campos “Nome”, “Sigla” e “CNPJ”.

Figura 12 - Tela de cadastro de escolas.

The screenshot shows a user interface titled "Cadastro de Escolas". On the left is a sidebar with a profile picture of "Lucas de Souza" and a list of menu items: Home, Escolas, Professores, Alunos, Administradores, Cenários, Mundos, Jogos, and Dicionário. The main content area has a title "Cadastro de Escolas" and a "Salvar" button in the top right. It contains three input fields: "Nome" (Name), "Sigla" (Abbreviation), and "CNPJ".

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No caso da tela de cadastro de “Professor” (Figura 13), além dos campos “Nome”, “E-mail” e “Área de atuação”, existe a opção de adicionar, ou vincular, aquele usuário professor a uma ou mais escolas já cadastradas.

Figura 13 - Tela de cadastro de “Professor”.

The screenshot shows a user interface titled "Cadastro de Professor". The sidebar is identical to Figura 12. The main form includes fields for "Nome" (Name), "E-Mail" (Email), and "Área de Atuação" (Area of Work). Below these is a section titled "Escolas" with a "+" button. Underneath are two green rectangular boxes, each containing a red minus sign and the name of a school: "Escola Estadual Tereza Cristina" and "Escola Municipal Honorata Stedelli".

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O cadastro de “Aluno” (Figura 14), apresenta os campos “Nome” e “E-mail” para preenchimento via digitação. Também apresenta duas caixas de seleção onde devem ser marcadas obrigatoriamente o nível de ensino e a escola a que aquele aluno pertence.

Figura 14 - Tela de cadastro de “Aluno”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os campos “Nome”, “E-mail”, “Senha” e “Confirmação da senha” são disponibilizados para preenchimento, no caso do cadastro de um “Usuário” (Figura 15). Também existem três caixas de seleção onde devem ser obrigatoriamente indicados o tipo de usuário (Aluno, Professor ou Administrador) e o estado atual do usuário, ativo ou inativo e, por fim, seleciona-se o aluno ou professor da lista previamente cadastrada.

Figura 15 - Tela de cadastro de Usuário.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A tela de cadastro de “Cenários” (Figura 16), que representam os “mapas do mundo” do jogo, exibe o campo “Nome” para preenchimento e a caixa de seleção “Ativo” para indicação da ativação ou não do Cenário no jogo. Ainda existem dois botões, por meio dos quais se irão selecionar e carregar as imagens referentes ao ícone e à própria imagem daquele Cenário.

Figura 16 - Tela de cadastro de “Cenários”.

The screenshot shows a web-based application interface. On the left is a sidebar with a user profile picture and name ('Lucas de Souza'), followed by a list of menu items: Home, Escolas, Professores, Alunos, Administradores, Cenários (which is selected and highlighted in blue), Mundos, Jogos, and Dicionário. The main content area is titled 'Cadastro de Cenário'. It contains three input fields: 'Nome:' (Name) with a placeholder 'Nome:', 'Logo(até 1 MB):' (Logo up to 1 MB) with a button 'Escolher arquivo' (Select file) and a message 'Nenhum arquivo escolhido' (No file chosen), and 'Imagem de Fundo(até 1 MB):' (Background Image up to 1 MB) with a similar button and message. To the right of these fields is a dropdown menu labeled 'Ativo:' (Active) with the option 'Sim' (Yes) selected. At the top right of the form is a blue 'Salvar' (Save) button.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação ao cadastro de “Mundos”, a tela (Figura 17) apresenta o campo “Nome”, para digitação; a caixa de seleção “Ativo”, para indicação da ativação ou não do Mundo no jogo; a caixa de seleção “Cenários”, pois um mundo sempre estará vinculado a um Cenário e este poderá ter no máximo 6 (seis) mundos, conforme visualizado na Figura. Assim, ao se realizar o cadastro de um Mundo para um Cenário é necessário selecionar o número e a localização do mundo a partir dos quadrados verdes numerados. Após, realiza-se a descrição do tema do Mundo na área de texto “Descrição” e ao clicar-se nos botões “Imagen de fundo” e “Imagen de fundo final” é possível selecionar e carregar duas imagens para cada mundo, uma do estado inicial e outra do estado alcançado ao finalizá-lo. Existe ainda o botão com a opção “Thumb” para as duas imagens, sendo que neste caso são selecionadas e carregadas versões com menor qualidade e menor tamanho que as imagens originais.

Figura 17 - Tela de cadastro de “Mundos”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

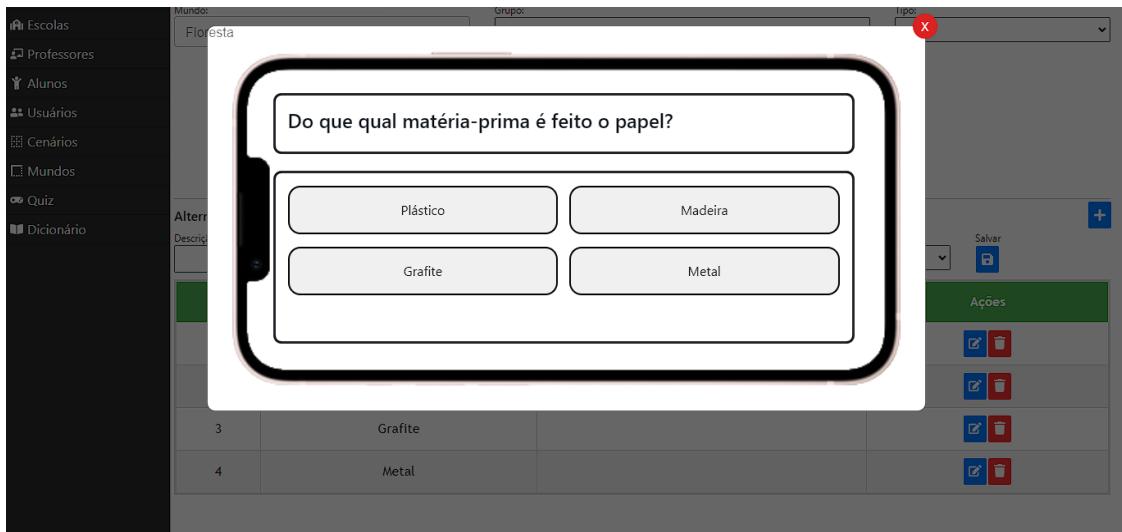
Quanto a tela de cadastro de Perguntas (*Quiz*), relativas a um Mundo (Figura 18), tem-se um campo “Nome” para identificação da pergunta; a caixa de seleção “Ativo”, para indicação da ativação ou não da pergunta naquele Mundo; a caixa de seleção do Mundo a que a pergunta está vinculada; a caixa de seleção “Nível de ensino”, que indica a qual nível a pergunta se destina; a caixa de seleção do “Tipo” do jogo, pensada de modo a permitir implementações futuras. Na sequência, temos a área de texto de “Descrição da Pergunta”, o campo de “Descrição” das alternativas, a caixa de seleção para a opção “Verdadeira” e o botão Salvar.

Figura 18 - Tela de cadastro de perguntas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após as ações de criar e salvar uma pergunta para o Quiz, existe a possibilidade de se realizar um teste de verificação (Figura 19), que pode ser acessado pelo ícone de um joystick, no canto superior direito da tela.

Figura 19 - Funcionalidade de pré-visualização dos jogos (perguntas).



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.3.1.3 Aplicativo móvel ou front-end mobile

No caso do aplicativo móvel, além da utilização do NodeJS e do AdonisJS, para a integração com o *back-end* do sistema, utilizou-se a biblioteca React Native que “é uma estrutura de aplicativo móvel popular, baseada na linguagem JavaScript, que permite criar aplicativos móveis renderizados nativamente para iOS e Android” (CUNHA, 2022).

Ao iniciar o aplicativo móvel, o usuário ou jogador será apresentado à tela inicial (Figura 20). Esta tela, que exibe o mascote ao lado da logomarca do aplicativo, permanece em exibição por 5 (cinco segundos).

Caso o usuário precise se autenticar, na tela de acesso, que é mostrada na sequência, há esta possibilidade.

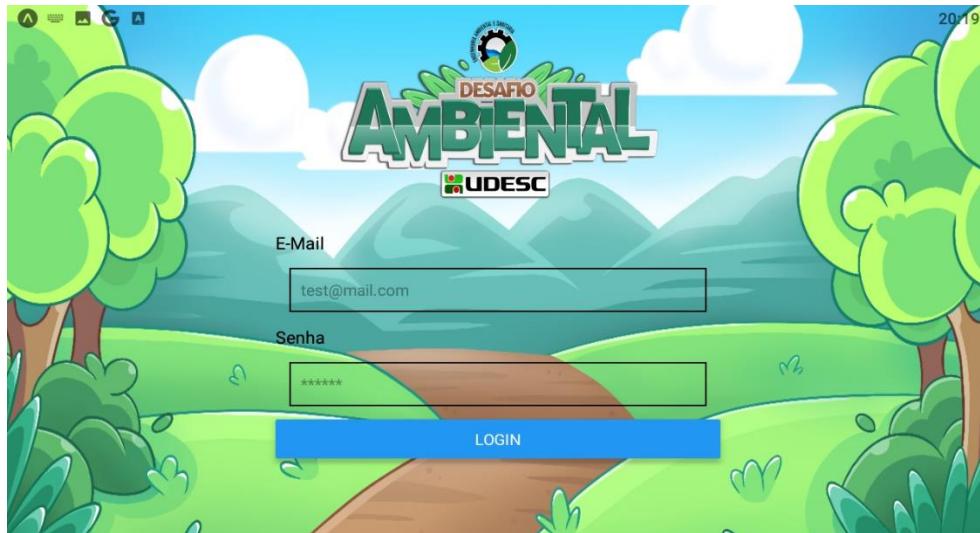
Figura 20 - Tela inicial do aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na tela de acesso (Figura 21) a autenticação é realizada por meio da informação dos dados “E-mail” e “Senha”. Estes dados de acesso são cadastrados via página web de gerenciamento.

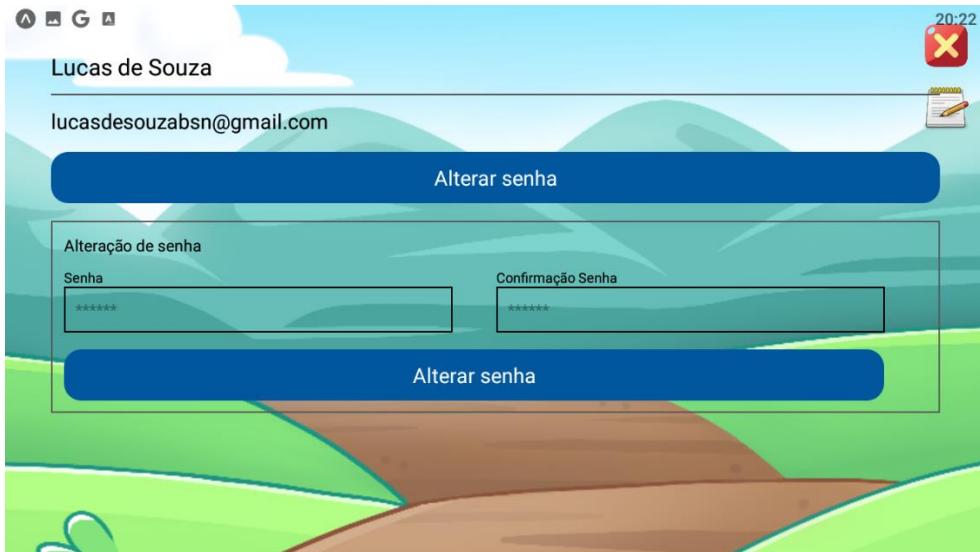
Figura 21 - Tela de acesso ou login.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Existe, entretanto, a opção de troca da senha via aplicativo móvel, conforme demonstrado pela Figura 22, na tela de gerenciamento de senha.

Figura 22 - Tela de gerenciamento de senha.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A tela de gerenciamento de senha também permite o acesso, através de um ícone de bloco de notas na parte superior direita da tela, à página “Sobre” do aplicativo (Figura 23). Nesta página estão dispostas informações acerca do projeto de desenvolvimento do aplicativo, bem como sobre a equipe de desenvolvimento e as instituições apoiadoras.

Figura 23 - Tela “Sobre”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Se o usuário já estiver autenticado, entrará diretamente no jogo e será direcionado à tela de escolha de Cenários (Figura 24), onde poderá optar, atualmente, pelo “Cenário Base” e, futuramente, por outras temáticas, que poderão ser criadas e disponibilizadas aos usuários, relacionadas a questões ambientais ou a outros temas de elevada importância. Desta forma, o jogo poderá ser ampliado e expandir as abordagens apresentadas.

Figura 24 - Tela de escolha de Cenários.

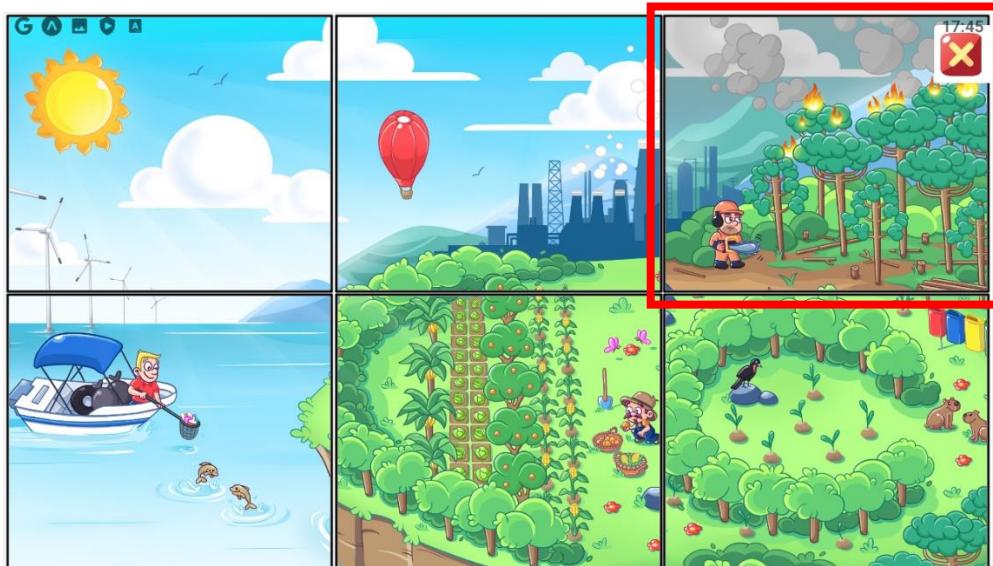


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a seleção do Cenário desejado, o aplicativo exibe uma tela com seis Mundos (Figura 25), relacionados às diferentes problemáticas ambientais. O usuário clica ou toca sobre um deles e adentra o Mundo escolhido, podendo então responder as perguntas relacionadas àquele problema ambiental.

Importante ressaltar que cada Mundo possui um estado atual e um possível estado futuro. As imagens que representam os Mundos serão apresentadas inicialmente poluídas/degradadas. Quando o usuário responder corretamente todas as perguntas relativas àquele “Mundo/problemática”, a imagem será trocada e uma nova versão daquele Mundo, agora ambientalmente saudável, será exibida. Seguindo esta lógica, quando o usuário tiver todas as áreas “limpas” em seu mapa, antes poluído, ele terá vencido o jogo.

Figura 25 - Tela de escolha de “Mundo” / problemática ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Clicando e adentrando o Mundo selecionado, são apresentados os mascotes que acompanharão e guiarão os usuários pelas atividades de cada Mundo do aplicativo (Figura 26).

Figura 26 - Tela de apresentação de mascote, no caso, Graça, a Gralha-azul.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Cada Mundo tem um mascote vinculado, um animal característico da fauna catarinense, que inicia triste, mas que ao final do jogo, com as suas respectivas atividades completadas, fica feliz por ajudado o jogador a cumprir o seu trabalho. Os mascotes podem ser observados no Quadro 8.

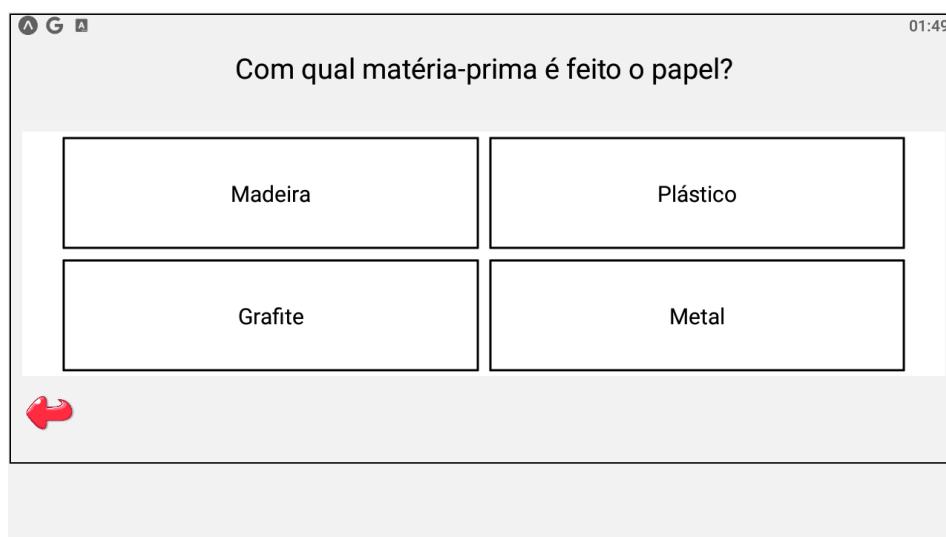
Quadro 8 - Ilustrações dos mascotes/personagens.

Hélio, o Sol	Bela, Abelha-mandaçaia	Graça, a Gralha-azul
Jajá, o Jundiá	Joca, a Minhoca	Caqui, o Quati

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O jogo implementado no aplicativo foi um “Quiz” (Figura 27), no estilo de “perguntas e respostas”, com objetivo de contextualizar e abordar as diferentes temáticas e propostas da Educação Ambiental. Novos tipos de jogos poderão ser implementados no futuro.

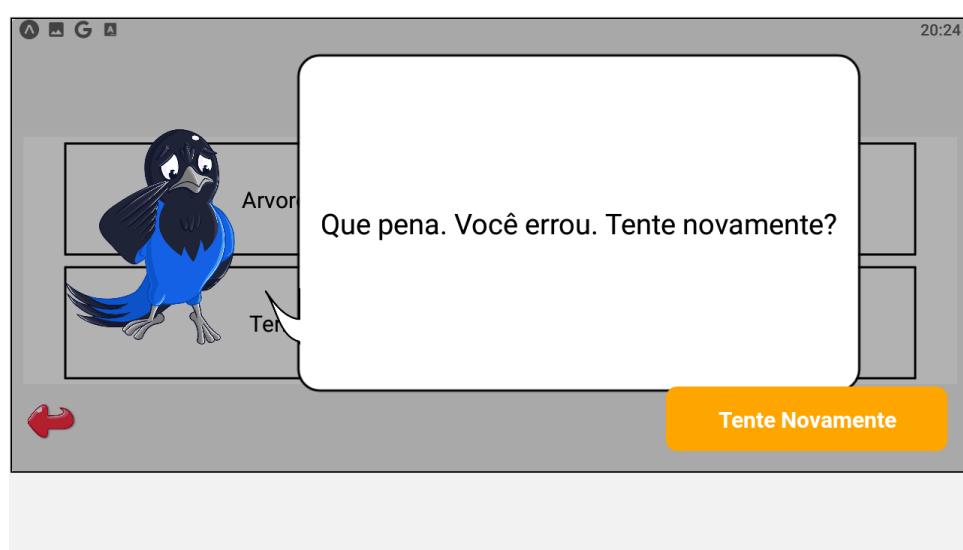
Figura 27 - Exemplo de possível pergunta do Quiz.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando ao jogar o usuário erra a alternativa da pergunta que está respondendo, o mascote daquele mundo faz uma interação, incentivando o jogador a fazer uma nova tentativa, conforme pode ser observado na Figura 28.

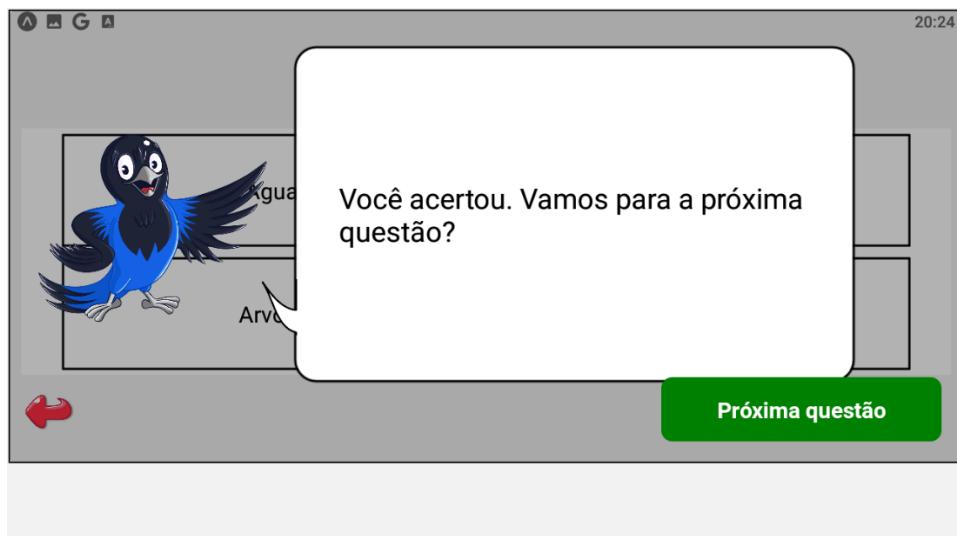
Figura 28 - Exemplo de reação triste do mascote a uma resposta errada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Da mesma forma, quando o jogador acerta a alternativa, o mascote faz nova intervenção, desta vez incentivando aquele que joga a responder mais uma pergunta, conforme Figura 29.

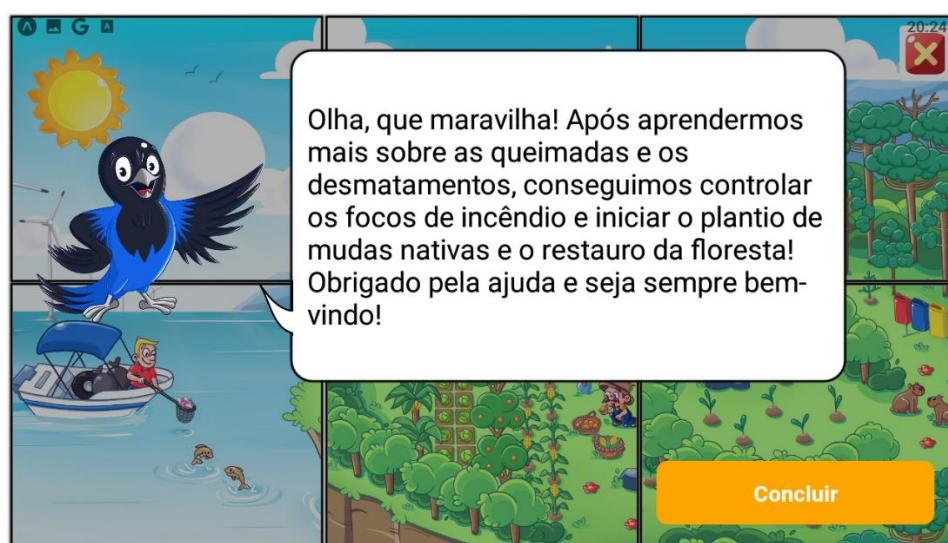
Figura 29 - Exemplo de reação alegre do mascote a uma resposta correta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando todas as perguntas de um Mundo forem respondidas de maneira correta, o mascote fará uma nova interação, com aspecto feliz, parabenizando o jogador por ter concluído com êxito aquele Mundo e o agradecendo por ter ajudado na tarefa de melhorar as condições ambientais do seu lar (Figura 30).

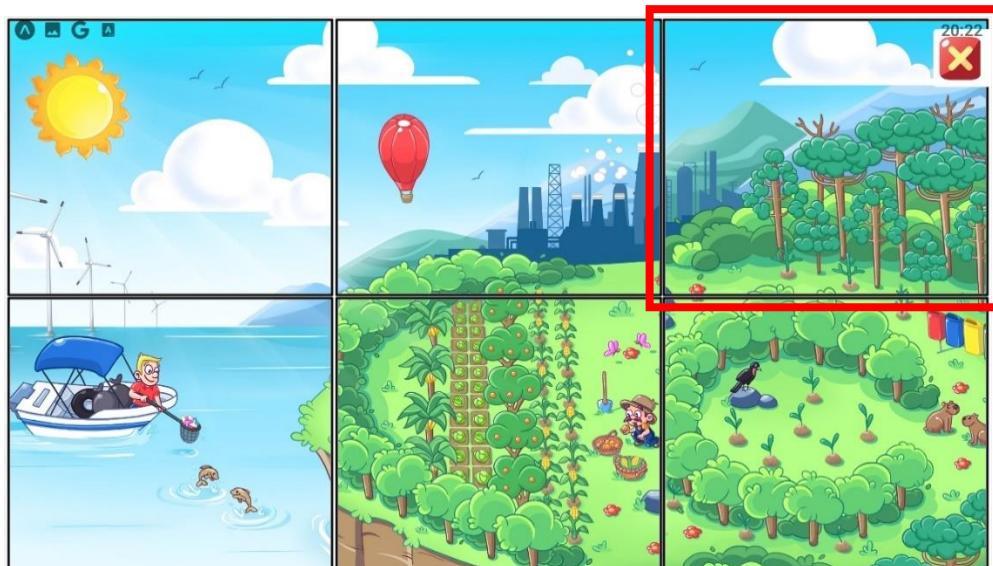
Figura 30 - Exemplo de reação do mascote quando o jogador conclui o Mundo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao concluir um Mundo a imagem relativa a ele passa a ser de um lugar protegido e não mais de um ambiente poluído, afinal o jogador aprendeu a lição e ajudou o mascote a limpar aquela área (Figura 31). Esta tela também apresenta ao usuário o botão SAIR, representado por um “X” vermelho na parte superior direita da tela.

Figura 31 - Tela demonstrativa das etapas/Mundos concluídos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por último, quanto à mecânica de pontuação do jogo, os pontos serão incrementados ao perfil do jogador conforme ele for acertando as perguntas e quanto mais eficiente ele for maior será sua pontuação. Esta pontuação será registrada de modo a ser utilizada pelos professores e gestores como forma de mensuração do aprendizado. Será possível analisar, no caso do jogo de perguntas e respostas, a quantidade de tentativas até o acerto, além de qual a alternativa foi escolhida na respectiva tentativa frustrada.

3.4 CONCLUSÕES

Com a finalização do desenvolvimento do protótipo da aplicação como um todo, desde o *back-end*, passando pelo gerenciador web (*front-end web*) e culminando no aplicativo móvel (*front-end mobile*), é possível afirmar que o objetivo inicial foi atingido em relação ao desenvolvimento de uma solução para apoiar os processos de ensino e a democratização da Educação Ambiental.

Existem melhorias e novas funções a serem implementadas de modo a deixar a aplicação ainda melhor. A inserção de sons vinculadas as ações do jogo seria uma delas, além do possível desenvolvimento de novos jogos, de maneira a complementar o modelo de perguntas e respostas e tornar o aplicativo ainda mais lúdico e atrativo.

O próximo passo na continuidade deste trabalho se dará pelo processo de publicação nas lojas de aplicativos móveis mais conhecidas, de modo que os alunos da disciplina de “Educação para a Sustentabilidade”, assim como os que participam das oficinas realizados por meio do projeto “Oficina Socioambiental: Despertar e Conscientizar” possam usufruir desta ferramenta de ensino apoiada pelas tecnologias da informação e comunicação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do momento em que se chega à conclusão de uma dissertação de mestrado consegue-se resgatar as hipóteses iniciais e verificar se foram validadas ou não.

A primeira hipótese era: “Os jogos digitais ou aplicativos, presentes em bibliografias, se apresentam como ferramentas abrangentes para o ensino da Educação Ambiental”. Com o desenvolvimento do artigo de revisão relativo às ações de Educação Ambiental apoiadas por recursos tecnológicos, presente no Capítulo 1 desta dissertação, verificou-se que a hipótese não é totalmente válida. Existem variados trabalhos e projetos envolvidos com a temática pesquisada e a grande maioria apresentam resultados bastante satisfatórios, entretanto, em nenhum dos exemplos revisados no artigo encontrou-se um que utilizasse de uma ferramenta educacional digital e conseguisse abranger mais do que uma ou duas problemáticas ambientais. Devido a este resultado, projetou-se o desenvolvimento de uma solução que conseguisse se conectar as mais importantes problemáticas ambientais contemporâneas.

A segunda hipótese dizia que: “É possível desenvolver um aplicativo para uso em smartphones, em formato de jogo digital, abrangendo as maiores problemáticas ambientais, de forma a democratizar o ensino da Educação Ambiental”. E, neste caso, ao finalizar o segundo Capítulo desta dissertação, pode-se afirmar que a hipótese se confirmou. Apesar de que com uma ressalva, foi possível, com o tempo e mão-de-obra disponíveis, construir um protótipo funcional de um aplicativo com as características elencadas na hipótese. Mesmo assim, entende-se que a continuidade e a conclusão do desenvolvimento do aplicativo móvel são bastante tangíveis, e poderão ser realizadas em breve.

Desta forma, mesmo com os objetivos geral e específicos suficientemente alcançados, ainda há trabalho para que seja possível disponibilizar a solução tecnológica desenvolvida para os alunos do município de Lages-SC, inicialmente, e para o público em geral, na sequência. Os processos de registro de propriedade intelectual e da hospedagem da aplicação nos servidores da Universidade são, por exemplo, duas etapas a serem em breve finalizadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. de S.; SILVA, F. V. V.; LIMA, R. L. F. de A.; RIBEIRO, E. M. S. Interações ecológicas na Caatinga: uma proposta de sequência didática utilizando seminários e o aplicativo Kahoot. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 133–153, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11455>. Acesso em: 21 dez. 2022.

AMURES - Associação dos Municípios da Região Serrana. **Aspectos Históricos de Lages**. 2014. Disponível em: <https://amures.org.br/noticias/ver/2014/09/aspectos-historicos-de-lages>. Acesso em: 01 fev. 2022.

BOOCH, G. **UML: guia do usuário / Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 474p.

BOTTENTUIT JUNIOR, J.B. O aplicativo Kahoot na educação: verificando os conhecimentos dos alunos em tempo real. **Atas da X Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. Challenges 2017: Aprender nas Nuvens (Learning in the Clouds)**. Braga, Portugal, 2017. p. 1587-1602.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política da Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: 17 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. p. 600, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CAMOLESI, I. **Gerenciador de Projeto UML para Fábrica de Software**. 2009. 47f. TCC (Graduação em Sistemas de Informação) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – SP, 2009.

CARMO, F. F.; KAMINO, LUCIANA HIROMI YOSHINO; CARMO, F. F.; SILVA, I. O.; TOBIAS JUNIOR, R.; CARMO, V. S. Usos de ferramentas digitais na escola para abordar controvérsias da mineração. **REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO BÁSICA**, v. 1, p. 1-13, 2022.

CERUTTI, E.; DUARTE, M. S. **A pesquisa em educação e tecnologias: entre perguntas e respostas** [recurso eletrônico] – Frederico Westphalen: URI – Frederico Westphalen, 2017.

CESSO, R. **Engenharia de Requisitos**. 2016. Disponível em: <https://sites.google.com/site/rachelrj/pesquisa/cefet-rj/engenharia-de-requisitos>. Acesso em 06 jan. 2023.

CUNHA, A. **React Native: o que é e tudo sobre o Framework.** 2022. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/react-native?> Acesso em 06 jan. 2023.

ESTEVAM, R. S. et al. Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 17, n. 38, p. 22-33, fev. 2021. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7841>. Acesso em: 22 dez. 2022.

FANTINI, V.; COSTA, E. R.; MELLO, C. L. Os jogos virtuais para a Educação Ambiental no ensino fundamental. **Educação Ambiental em Ação**, v. 6, n. 40, p. 1254, 2012.

FÁVERI, H. J.; BLOGOSLAWSKI, I. P. R.; FACHINI, O. **Educar para a Pesquisa: Normas para a Produção de Textos Científicos**. 4. ed. Rio do Sul: Nova Letra, 2010.

FOWLER, M. **UML Essencial**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GALVÃO, M. F. G.; COHEN, M. Aplicativos verdes: uma análise contextualizada de programas para celulares (sistema iOS) votados para ações sustentáveis. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, SP: ENGEMA, 2016, p. 3-16.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GONZÁLEZ, R. de M; TORRES, M. L. de L. WebGIS Implementation and Effectiveness in Secondary Education Using the Digital Atlas for Schools. **Journal of Geography**, v. 119, n. 2, p. 74-85, 2020

GUDWIN, R. **Diagramas de Atividade e Diagramas de Estado**. 2010. Disponível em: <https://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/ftp/ea976/AtEst.pdf>. Acesso em 06 jan. 2023.

HANNIGAN, John. **Sociologia Ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

JENKINS, H. et al. **Confronting the challenges of participatory culture**. Media education for the 21th century. MacArthur Foundation, 2010.

JESUS, A.; SILVEIRA, I.; ARAÚJO, M.; XAVIER DA PENHA, P. SIMSUSTENTABILIDADE: UM JOGO DIGITAL DE ESTRATÉGIA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista - ENCITEC**, v. 11, n. 3, p. 132-151, 2021.

KLERING, L. R. Ambiente virtual de aprendizagem navi: Breve história, conceitos norteadores, implicações, potencialidades e aprimoramentos futuros. **SINERGIA Revista do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis**, v. 18, n. 2, p. 79-86, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LESTER, J. C.; SPIRES, H. A.; NIETFELD, J. L.; MINOGUE, J.; MOTT, B. W.; LOBENE, E. V. Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. **Information Sciences**, v. 264, p. 4-18, 2014.

LIAO, C.-W.; CHEN, C.-H.; SHIH, S.-J. The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital gamebased learning environment. **Computers & Education**, v. 133, p. 43–55, 2019.

LIMA, A. Z. da S.; CARNEIRO, C. R. de O.; FURTADO, L. G.; BOTELHO, M. G. L.; BATISTA, V. de A.; PONTES, A. N. Tecnologia e meio ambiente: levantamento de aplicativos móveis voltados a temas ambientais / Technology and the environment: survey of mobile applications for environmental themes. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 9, p. 68090–68105, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/16564>. Acesso em: 21 dec. 2022.

LUIZ, A. M. **Digoreste - um Jogo para Aprendizagem de Física Ambiental na Educação Básica**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2018.

MAGALHÃES, R. A. P.; PINHEIRO, P. S. B.; SERUFFO, M. C. R. Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxílio do processo de ensino e aprendizado: Um estudo de caso. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. 1-23, 2019.

MAIDEL, S.; VIEIRA, M. L. Mediação parental do uso da internet pelas crianças. **Psicol. rev.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 293-313, 2015. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci> Acesso em: 5 jun. 2019.

MEIRELLES, F. S. **Panorama do Uso de TI no Brasil - 2022**. FGV - Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://portal.fgv.br/artigos/panorama-uso-ti-brasil-2022>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MELO, D. **O que é Node.js? [Guia para iniciantes]**. 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-node-js-guia-para-iniciantes/>. Acesso em 06 jan. 2023.

MELO, M. C. de. **Uso de um aplicativo móvel como recurso para aprendizagem sobre educação ambiental**. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Anápolis: IFG, 2019.

MOÇO, S.; VENTURA, J. E. S.; FERREIRA, M. Alterações Climáticas e Educação Ambiental - Ferramenta Pedagógica para a prática. Valores da

Geografia. **Atas do X Congresso da Geografia Portuguesa.** p. 432-437, 2015.

MORÁN, J. Como transformar nossas escolas: novas formas de ensinar a alunos sempre conectados. **Educação**, v. 3, p. 63-87, 2017.

NEVES, V. **React: o que é, como funciona e um Guia dessa popular ferramenta JS.** 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/react-js>. Acesso em 06 jan. 2023.

OLIVEIRA, K. M. G.; SANTOS FILHO, R.; GUILHERME, A. A.; LEME, D. M. Elaboração e avaliação de um jogo digital como ferramenta de educação científica: “produtos perigosos ou sustentáveis”. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 5, p.223-238, jan./dez., 2021.

PEREIRA, L. B.; BAUTISTA, J. B.; STRUCHINER, M. . Vamos jogar os 3R's em Ação! Uma proposta lúdica para mobilizar as questões ambientais. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. I.], v. 17, n. 4, p. 225–246, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/12435>. Acesso em: 21 dez. 2022.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1999.

PINHEIRO, A. A. S.; OLIVEIRA NETO, B. M.; MACIEL, N. M. T. C. A importância da Educação Ambiental para o aprimoramento profissional, docente e humano. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 2, n. 1, 2021.

PINHEIRO, V. E. T. **Sistema especialista com temática de jogo para alunos do Ensino Fundamental**. 2020. 7f. TCC (Graduação em Sistemas de Informação) Universidade de Uberaba, MG, 2020.

PMBOK® Guide - Um Guia do Conjunto de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos -6ª edição. Copyright: Project Management Institute, Inc., 2017.

REIS, P. Cidadania Ambiental e Ativismo Juvenil. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC)**, v. 11, n. 2, p. 5-24, 2021. Disponível em: <http://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/433/215>. Acesso em: 22 ago. 2021

RESENDE, I. M. de. **As noções de conhecimento de Pierre Lévy e suas implicações na Educação**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

RODRIGUES, J. M.; COUTINHO, C. Sustentabilizando: uma tecnologia educacional para a promoção da Educação Ambiental. **Vivências**, v. 18, n. 35, p. 283-296, 1 jan. 2022.

RODRIGUES, J. M.; GONÇALVES, F. T.; COUTINHO, C. Aplicativos educacionais como proposta para abordagem da temática ambiental. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, [S.I.], v. 4, n.

2, p. 189–201, 2020. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/24127>. Acesso em: 21 dez. 2022.

RODRIGUES-MOURA, S.; GONÇALVES, T. V. O. Por uma cultura científica para a incorporação social da ciência: implicações curriculares na BNCC. **Horizontes - Revista de Educação**, Dourados-MS, v. 8, n. 15, p. 133-149, 2020.

SANTAELLA, L. **Comunicação Ubíqua - Repercussões na cultura e na educação**. 1 ed. São Paulo: Paulus, 2013.

SEABRA, J. **UML: Uma ferramenta para o design de software**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2013.

SED-Lages - Secretaria da Educação da Prefeitura de Lages - SC. **Introdução, Fundamentos Teóricos epistemológicos, Princípios e Habilidades Retiradas do Documento DiretrizesCurriculares do Sistema Municipal de Educação de Lages/SC – DCSMEL para o Processo Seletivo Nº 004/2021**. 2021b. Disponível em: <https://www.educacaolages.sc.gov.br/assets/documento/1f48ab2deb0eefc75919e02e71dc5a0d.pdf> Acesso em: 10 jan. 2023.

SED-Lages - Secretaria da Educação da Prefeitura de Lages - SC. **Sobre**. 2021a. Disponível em: <https://www.educacaolages.sc.gov.br/sobre> Acesso em: 10 jan. 2023.

SED-SC - Secretaria da Educação de Santa Catarina. **Portal da Educação: Institucional**. Disponível em: <http://serieweb.sed.sc.gov.br/cadueportal.aspx> Acesso em: 01 jan. 2023.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. [36], 861 p. ISBN 978853524535

SILVA, G. **O que é AdonisJS?** Disponível em: <https://coodesh.com/blog/dicionario/adonisjs/>. Acesso em 06 jan. 2023.

SILVA, M. M. **Aplicativo sobre água e saúde: uma proposta educativa para o Ensino de Ciências ambientais**. 2019. Dissertação (Mestrado profissional em rede nacional para o ensino das ciências ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco Centro de Biociências, Recife, PE, 2019.

SILVA, W. **Como automatizar documentação de APIs REST em Node.js com Swagger?** 2021. Disponível em: <https://www.letscode.com.br/blog/como-automatizar-documentacao-de-apis-rest-em-nodejs-com-swagger>. Acesso em 06 jan. 2023.

SOARES, F. M. N.; NASCIMENTO, M. F. F. A produção e o uso dos jogos digitais como estratégia para a Educação Ambiental no Ensino Fundamental. **Rev. Educ.**, Brasília, ano 43, n. 162, p. 112-124, jun./set. 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SOUTO, M. **O que é front-end e back-end?** Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/o-que-e-front-end-e-back-end> Acesso em: 05 fev. 2022.

SOUZA, L.; CAMPOS, C. G. C.; BASTOS, A. E.; RUFATO, D. P. Ações e ferramentas para o ensino e democratização da Educação Ambiental. In: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. (Org.). **Meio ambiente e sustentabilidade: Formação interdisciplinar e conhecimento científico 2.** 1ed. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2022, v., p. 8-20.

SPIEL, C.; SCHWARTZMAN, S. A contribuição da educação para o progresso social. **Ciência & Trópico**, v. 42, n. 1, p. 31-106, 2018.

SQUIRE, K. D. Changing the game: what happens when video games enter the classroom? **Innovate: Journal of Online Education**, [S.I.], v. 1, n. 6, p. 1-8, 2005.

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. **Formulário de Cadastro de Programa de Extensão: Oficina Socioambiental - Despertar e Conscientizar.** Coord.: Claudia Guimarães Camargo Campos. Edital nº 01/2021 - UDESC (PAEX - PROCEU), 2021.

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Linguagem Javascript (Curso a Distância).** Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/js/conteudo/introducao/caracteristicas.htm>. Acesso em: 25 jun. 2021.

VALERIANO, D. L. **Gerência de projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia.** São Paulo: Makron Books, 1998.

VARELA-LOSADA, M.; VEGA-MARCOTE, P.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, U.; ÁLVAREZ-LIRES, M. Going to Action? A Literature Review on Educational Proposals in Formal Environmental Education. **Environmental Education Research**, v. 22, n. 3, p. 390–421, 2016.

VESTENA, R. F.; DE BEM, R. M., O JOGO DIGITAL ‘RECICLAPPSM’ NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLÓGICA DAS CRIANÇAS. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná**, Cornélio Procópio, v. 4, n.1, p. 34-48, 2020.