DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A PROMOÇÃO E A DIFUSÃO DO USO DOS TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS E PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO_2 NOS DESLOCAMENTOS URBANOS

Carmelita Vieira de Melo

Dissertação apresentada ao Programa/Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestre em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos.

Orientadora: D.Sc. Andréa Justino Ribeiro Mello

Coorientador: M.Sc. Marcus Vinicius C. Parreiras

NOVA IGUAÇU

Dezembro/2024

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A PROMOÇÃO E A DIFUSÃO DO USO DOS TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS E PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO_2 NOS DESLOCAMENTOS URBANOS

Dissertação apresentada ao Programa/Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestre em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos.

Carmelita Vieira de Melo

BANCA EXAMINADORA:

gov.br Documento assinado digitalmente
ANDREA JUSTINO RIBEIRO MELLO
Data: 10/02/2025 15:38:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professora D.Sc. Andrea J. Ribeiro Mello (CEFET/RJ) (Orientadora)

gov.br Documento assinado digitalmente
MARCUS VINICIUS COUTINHO PARREIRAS
Data: 17/02/2025 19:05:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professor M.Sc. Marcus Vinicius C. Parreiras (CEFET/RJ) (Coorientador)

gov.br Documento assinado digitalmente
HERLANDER COSTA ALEGRE DA GAMA AFONSO
Data: 11/02/2025 15:31:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professor D.Sc. Herlander C. A. da G. Afonso (CEFET/RJ) (Membro Interno)

gov.br Documento assinado digitalmente
LUANE DA COSTA PINTO LINS FRAGOSO
Data: 11/02/2025 06:47:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professora D.Sc. Luane da C. P. Lins Fragoso (CEFET/RJ) (Membro Externo)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a algumas pessoas que foram essenciais nesta caminhada.

Primeiramente, aos meus filhos, que, com seu carinho e apoio constante, me incentivaram a seguir em frente, acreditando em meu potencial, mesmo quando estive ausente por estar dedicando tanto tempo a este trabalho. Eles foram meu alicerce e minha motivação.

Aos meus pais (in memoriam), Maria Thereza Vieira de Melo e Adalberto de Melo que sempre me apoiaram, pois sabiam que a educação poderia mudar minha história e que eu seria um canal de transformação de vidas, a partir do ensino.

À minha amiga Lúcia e à minha mãe do coração, Maria Silvéria, que sempre estiveram ao meu lado, vibrando com cada conquista minha e me dando força para seguir. Às minhas amigas "divas", que nunca deixam de me impulsionar e me lembrar de que posso ir além.

As amigas Jô, Conceição e Cláudia Medeiros pela presença constante em minha vida.

Ao meu irmão, cunhada e sobrinhos, que, nos momentos mais difíceis, foram minha rede de apoio. Um agradecimento especial ao meu sobrinho Daniel, cuja habilidade artística foi essencial para o design do tabuleiro do jogo apresentado neste trabalho.

Aos meus alunos, por sempre torcerem por mim, e aos meus colegas de trabalho do Instituto de Educação Rangel Pestana, que contribuíram com suas entrevistas e participaram ativamente da minha jornada acadêmica.

Aos colegas e gestores da Estácio, em especial à Raimunda, que sempre acreditou em mim e me deu a confiança de que eu seria capaz de alcançar meus objetivos.

Aos colegas da Faetec, por sempre se mostrarem dispostos a colaborar nas minhas ausências, especialmente a Tatiana e a Mônica, que me ajudaram em momentos decisivos.

Aos meus orientadores, Andreia Melo e Marcus Parreiras, que foram peças fundamentais nesta trajetória. Eles me desafiaram, me apoiaram, me orientaram e, quando necessário, me sacudiram, sempre acreditando no meu potencial e me empurrando para o meu melhor.

Aos professores da banca de defesa, Luane, Herlander e José André, pelas críticas construtivas e pelos elogios que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Aos alunos do PIXEL/CEFET, que se dedicaram a jogar e avaliar o meu jogo, ajudando a torná-lo ainda mais relevante.

E, finalmente, ao CEFET-RJ Polo Nova Iguaçu, que me proporcionou a oportunidade de realizar este mestrado na Baixada Fluminense e transformar meu sonho de ser mestra, em realidade.

A todos vocês, meu mais sincero agradecimento.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu Deus, que é digno de Toda Honra e Louvor. A Ele a Glória para sempre. Amém.

MELO, C.V. **DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A PROMOÇÃO E A DIFUSÃO DO USO DOS TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS E PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO_2 NOS DESLOCAMENTOS URBANOS**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos - CEFET - Nova Iguaçu. Orientadora: Andréa Justino Ribeiro Mello. Nova Iguaçu, 2024. CARMELITA VIEIRA DE MELO.

RESUMO

Esta dissertação apresenta a elaboração de um jogo educativo analógico para ensinar sobre as Zonas de Baixa Emissão e de Zero Emissão de Dióxido de Carbono (CO_2). Em meio à crescente urbanização e aos desafios ambientais enfrentados hoje em dia – como poluição do ar e emissões de gases de efeito estufa – o estudo investiga uma opção para a melhoraria do ensino sobre opções de transporte sustentável através de métodos ativos como os jogos educativos sérios. O jogo proposto procura simular situações urbanas em que participantes precisam lidar com dilemas relacionados ao seu deslocamento entre uma origem e um destino de forma que se conscientizem sobre as consequências de suas escolhas individuais para o meio ambiente. A abordagem desenvolvida no estudo envolveu uma revisão de literatura crítica e o desenvolvimento do jogo com o uso do Endogenous Game Design Canvas (Endo-GDC), um CANVAS destinado à criação de propostas conceituais de jogos educacionais, onde a aplicação do método ME.D.I.E.V.A.L. com passos didáticos para elaboração do jogo junto com ensaios práticos realizados na escola técnica CEFET-RJ, polo Nova Iguaçu, e avaliação utilizando o MEEGA+. A ferramenta didática se mostrou eficiente no envolvimento dos alunos e no estímulo às mudanças de comportamento enquanto jogavam.

Palavras-Chave: Transporte, Mobilidade Urbana, Sustentabilidade, Jogo Sério, Aprendizagem

MELO, C.V. **ZERO AND LOW CO2 EMISSION ZONES: FROM DESIGN TO EVALUATION OF AN EDUCATIONAL GAME FOR THE PROMOTION AND DISSEMINATION OF SUSTAINABLE THINKING**. Master's Dissertation in Regional Development and Production Systems - CEFET - Nova Iguaçu. Advisor: Andréa Justino Ribeiro Mello. Nova Iguaçu, 2024. CARMELITA VIEIRA DE MELO.

ABSTRACT

This dissertation presents the development of an analogue educational game to teach about Low Emission and Zero Carbon Dioxide (CO2) Emission Zones. Amid growing urbanization and the environmental challenges faced today – such as air pollution and greenhouse gas emissions – the study investigates an option for improving teaching about sustainable transport options through active methods such as serious educational games. The proposed game seeks to simulate urban situations in which participants need to deal with dilemmas related to their movement between an origin and a destination so that they become aware of the consequences of their individual choices for the environment. The approach developed in the study involved a review of critical literature and the development of the game using the Endogenous Game Design Canvas (Endo-GDC), a CANVAS intended for the creation of conceptual proposals for educational games, where the application of the ME.D.I.E.V.A.L. method with didactic steps to develop the game together with practical tests carried out at the CEFET-RJ technical school, Nova Iguaçu, and evaluation using MEEGA+. The teaching tool proved to be efficient in involving students and encouraging changes in behavior while playing.

Keywords: Transport, Urban Mobility, Sustainability, Serious Game, Learning

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Protótipo 1 do Tabuleiro 43
Figura 02 - Protótipo 2 do Tabuleiro feito no aplicativo 44
Figura 03 - Canvas do Jogo 45
Figura 04 - Protótipo 3 do Tabuleiro desenhado em papel A4 49
Figura 05 - Legenda do Tabuleiro 50
Figura 06 - Cartas de Localização e Partida 51
Figura 07 - Dado 51
Figura 08 - Pinos 51
Figura 09 - Carro – Carta Vermelha - Alta Emissão de CO_2 52
Figura 10 - Moto - Carta Laranja - Elevada Emissão de CO_2 53
Figura 11 - Ônibus – Carta Verde - Baixa Emissão de CO_2 53
Figura 12 - Bicicleta – Carta Azul - Emissão zero de CO_2 53
Figura 13 - Trem – Carta azul - Emissão zero de CO_2 54
Figura 14 - Carta de Penalidade 55
Figura 15 - Pena a Cumprir 55
Figura 16 - Carta de Bonificação 55
Figura 17 - Bônus recebido 55
Figura 18 - Cartas específicas (E) 56
Figura 19 - Específica de Carro 56
Figura 20 - Específica de Moto 56
Figura 21 - Específica de Ônibus 57
Figura 22 - Específica Bicicleta 57
Figura 23 - Carta Rola-e-Escreve 58
Figura 24 - Grupo de alunos Jogadores 60
Figura 25 - Orientando o 1º grupo 60
Figura 26 - Iniciando a Partida 60
Figura 27 - Jogando com 1º grupo 60
Figura 28 - Anotando no “Rola e Escreve” 60
Figura 29 - Jogando com o grupo 3 60
Figura 30 - Estudantes que jogaram o LEZEZ 61
Figura 31 - Apresentação do Artigo no SBGames Manaus/AM 62
Figura 32 - Apresentando artigo 62
Figura 33 - Certificado 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Emissão de poluentes por veículos 33
Tabela 2 - Experiência do jogador 64
Tabela 3 - Usabilidade 68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxonomia de Bloom e objetivos de aprendizagem do jogo 25

LISTA DE ABREVIATURAS

ENDO-GDC - Endogenous Game Design Canvas

GBL - Game-Based Learning

GDD - Game Design Document

GEE - Gases de Efeito Estufa

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

LEZEZ - Nome do Jogo de Tabuleiro sobre Zonas de Baixo e Zero Emissão

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDA - Mechanics, Dynamics and Aesthetics

ME.D.I.E.V.A.L. - Método para Design de Instrumentos Educadores Virtuais com Abordagem Lúdica

MEEGA - Method for the Evaluation of Educational Games

MMA - Ministério do Meio Ambiente

ODS - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PPM - partes por milhão

TDM - *Transport Demand Management*

ZBE - Zona de Baixa Emissão

ZEZ - Zonas de Emissão Zero

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 12
1.1. Considerações Iniciais e situação-problema 12
1.2. Objetivos da Pesquisa 14
1.2.1. Objetivo geral 14
1.2.2. Objetivos específicos 14
1.3. Linha Argumentativa da Pesquisa 14
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA 16
2.1. Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil 16
2.2. Práticas Educacionais Diversas 17
2.3. Jogos Sérios como Ferramenta Pedagógica 18
2.3.1. Metodologias de desenvolvimento de Jogos Sérios na Educação 21
2.3.2. Conhecendo os passos do ME.D.I.E.V.A.L. 22
2.3.2.1. Passo I: Identificar o problema e a motivação 22
2.3.2.2. Passo II: Inferir os objetivos para a solução 23
2.3.2.3. Passo III: Planejar o jogo que solucione o problema 26
2.3.2.4. Passo IV: Aplicar o Endo-GDC 26
2.3.2.5. Passo V: Criar o GDD para detalhar as características planejadas 27
2.3.2.6. Passo VI: Escolher a Engine mais adequada 28
2.3.2.7. Passo VII: Desenvolver o software e assets do jogo 29
2.3.2.8. Passo VIII: Jogar o jogo e colher dados de feedback 30
2.3.2.9. Passo IX: Usar o MEEGA+ para testar os atributos do jogo 30
2.3.2.10. Passo X: Publicar o jogo e os resultados 31
2.4. Zonas de Baixa e Zero Emissão de CO_2 32
2.5. Jogos Educativos e a Promoção da Sustentabilidade Urbana 36
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA 40
3.1. Classificação da Pesquisa. 40
3.2. Técnica de Coleta de Dados 40
3.3. Procedimento de Análise dos Dados 41
3.4 Universo da Pesquisa 41
3.5 Limitações do Método 41
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DO JOGO 42
4.1 Proposta do Jogo de acordo com os Passos do ME.D.I.E.V.A.L.. 42
4.1.1 Passo I - Identificar o problema e a motivação 42
4.1.2 Passo II - Inferir os objetivos para a solução 42
4.1.3 Passo III - Planejar o jogo que resolve o problema 43
4.1.4 Passo IV - Aplicar o Endo-GDC para uma visão holística do jogo 45
4.1.5. Passo V - Criar o GDD para detalhar as características planejadas 48
4.1.6. Passo VI - Escolher a Engine mais adequada 59
4.1.7. Passo VII - Desenvolver o software e os assets 59
4.1.8. Passo VIII - Jogar o jogo e colher feedback 59
4.1.9. Passo IX - Aplicar o MEEGA+ para testar o jogo 61
4.1.10. Passo X - Publicar o jogo e os resultados 61
CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 63
5.1. Experiência do Jogador 63
5.2. Dimensão: Usabilidade 67
CONCLUSÃO 72
REFERÊNCIAS 75
APÊNDICE 1 - Manual do Jogo 83
APÊNDICE 2 - Formulário de Pesquisa sobre o Jogo 89

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais e Situação-problema

Uma das tendências observadas nas últimas décadas é a crescente concentração de pessoas em grandes cidades. Esse fenômeno ocorre, principalmente, devido à busca por melhores oportunidades de emprego, acesso aos serviços e infraestrutura. As grandes cidades oferecem vantagens como maior oferta de trabalho, educação, saúde e cultura, além de uma economia mais diversificada.

Segundo o Relatório Mundial das Cidades, publicado pelo ONU-Habitat em 2022, as áreas urbanas já abrigam 55% da população global, devendo chegar a 68% até 2050. Esse número sobe para 85% quando o foco é o Brasil.

O crescimento das cidades traz novos desafios de mobilidade, devido às externalidades negativas do transporte, que incluem custos ambientais, como poluição do ar e emissões de gases de efeito estufa, bem como congestionamento nas vias urbanas. (Timilsina; Dulal, 2011).

A distribuição dispersa das atividades urbanas, a concentração nos centros impulsionada pelo comércio e a expansão das periferias evidenciam falhas no planejamento urbano, resultando em deslocamentos mais frequentes e demorados. (Alves, 2014).

A rápida urbanização e o crescimento da renda explicam a ampliação na frota de veículos nos países emergentes, o que também contribui para o agravamento dos problemas na qualidade do ar em zonas urbanas e o crescimento das emissões mundiais de carbono (Bhattacharyya, 2011).

De acordo com a OMS - Organização Mundial da Saúde (2021), a poluição do ar ambiente é responsável 4,2 milhões de mortes prematuras por ano em todo o mundo. A redução da poluição atmosférica causada pelo tráfego rodoviário representa uma das principais ações dos governos nacionais e locais para melhoraria da qualidade do ar em áreas urbanas.

Bigazzi e Rouleau (2017) categorizaram as Estratégias de Gestão de Mobilidade (GDM) ou *Transport Demand Management* (TDM) em: restrições operacionais, preços, gerenciamento de faixas, gerenciamento de velocidade, controle de fluxo de tráfego e estratégias de redução de viagens.

Caicedo *et al*. (2016) demonstram quatro estratégias para enfrentar este problema: (i) promover o uso de veículos mais eficientes, (ii) desenvolver estratégias de planejamento urbano, (iii) melhorar a respirabilidade da cidade e (iv) implementar medidas de TDM.

Soares (2021) ressalta que a procura por soluções de transporte alternativas, como veículos elétricos, bicicletas e um sistema de transporte público mais eficiente, passou a ser essencial para diminuir os efeitos prejudiciais do transporte convencional. No entanto, conscientizar a população sobre a necessidade de adotar essas alternativas continua sendo um grande desafio.

Para contribuir com as questões relacionadas com a sustentabilidade do planeta, foi criada durante a Cúpula das Nações Unidas em 2015, uma agenda mundial com 17 objetivos a serem atingidos até 2030, denominados como Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS.

Nas escolas, a educação sobre mobilidade urbana sustentável está ganhando destaque, e se alinhando aos ODS que incluem metas específicas para tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (ODS11). Apesar de sua complexidade, esse tema não só promove comportamentos mais conscientes e sustentáveis, mas também fortalece o engajamento comunitário na preservação ambiental, consolidando-se como um dos pilares essenciais que evidenciam a importância desta pesquisa.

A reflexão sobre a forma como as pessoas interagem com o espaço urbano, o transporte e a acessibilidade, impulsionada por metodologias ativas, pode ser um catalisador para a criação de comunidades mais resilientes e ecologicamente conscientes (Sales; Silva, 2020).

Os jogos sérios possibilitam ampliar a compreensão dos impactos das escolhas cotidianas, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis. (Falkembach, 2017). Ao simular situações reais e mostrar as consequências de diferentes escolhas, esses jogos promovem a conscientização sobre a importância da sustentabilidade. Com isso, os jogadores ficam mais motivados a implementar comportamentos e práticas que contribuam para um estilo de vida mais sustentável. Eles podem ser utilizados como ferramentas poderosas para resolver problemas do mundo real, incluindo questões relacionadas à sustentabilidade e mobilidade urbana (Mcgonigal, 2011).

Com base no contexto apresentado, a questão principal deste estudo é: como criar e integrar elementos de jogos sérios no ensino sobre mobilidade urbana, com foco no conceito de zona de baixa e zero emissão de dióxido de carbono (CO_2), promovendo a disseminação e compreensão do pensamento sustentável?

Partindo dessa problematização, a pesquisa trata sobre os conceitos de “Zonas de Baixa Emissão” (ZBE), em inglês, “*Low Emission Zones*” (LEZ) e ou “Zonas de Zero Emissão (ZZE), em inglês, “Z*ero Emission Zones*”, assim denominadas pelo Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP). A proposta é criar um jogo sério que permita aos jogadores o enfrentamento de dilemas relacionados aos impactos de suas escolhas de deslocamento sobre as emissões de CO_2, por meio da seleção de meios de transporte

sustentáveis. Além de proporcionar uma compreensão mais aprofundada sobre a relevância das decisões individuais na mobilidade urbana, o jogo pode colaborar para a formação de cidadãos mais conscientes e ativos na promoção de cidades sustentáveis.

A ascensão dos jogos sérios como ferramenta pedagógica e campo de conhecimento científico propiciou uma ampla oferta de jogos educativos, digitais e analógicos para todos os níveis educacionais e áreas de conhecimento, incluindo a sustentabilidade (Georges; Araújo, 2023). Essa abordagem metodológica ativa de uso dos jogos sérios tem o potencial de estimular mudanças comportamentais, pois induzem efeitos positivos nas áreas de motivação e ganhos de aprendizagem (Georges; Araújo, 2023), trazendo contribuições tangíveis para o ensino sobre como se pode construir um futuro urbano mais seguro, sustentável e participativo, influenciando de forma positiva as opções de transporte e incentivando um ambiente urbano mais limpo e sustentável.

1.2 Objetivos da Pesquisa

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver um jogo sério analógico que contribua para o processo de ensino aprendizagem sobre mobilidade urbana sustentável, a emissão de CO_2 e aos conceitos sobre as Zonas de Baixa e Zero emissão de carbono.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Criar um de jogo sério analógico sobre mobilidade urbana sustentável para uma aprendizagem significativa, usando o método ME.D.I.E.V.A.L.;
- Aplicar o jogo com os estudantes do Ensino Médio ou Superior;
- Avaliar a experiência do jogador e a aplicabilidade do jogo usando no processo ensino-aprendizagem

1.3 Linha Argumentativa da Pesquisa

A sustentabilidade urbana está se tornando uma questão cada vez mais importante à medida que as cidades de todo o mundo continuam se crescendo. Com a maioria da população mundial vivendo em áreas urbanas, é essencial que sejam adotadas medidas para preservar a qualidade de vida. Um aspecto crítico da sustentabilidade urbana é a educação ambiental que desempenha um papel vital na promoção de comportamentos e atitudes sustentáveis (Figueiredo; Caporlingua, 2021).

A mobilidade urbana sustentável tem se tornado uma necessidade imperativa diante dos desafios ambientais que o mundo tem enfrentado. A crescente urbanização e o uso

intensivo de veículos movidos a combustíveis fósseis trazem como consequências, os congestionamentos, que por sua vez, aumentam a poluição do ar e contribuem para as mudanças climáticas, devido à alta emissão de carbono no meio ambiente. Nesse contexto, a promoção de estratégias de emissão zero torna-se crucial para construir cidades mais sustentáveis (Wu *et al*. 2018).

Tendo em vista a emergência de novas metodologias no ensino, um potencial instrumento pedagógico da atualidade denominado Jogos Sérios, pode promover o engajamento dos jovens em questões socialmente relevantes, por meio de entretenimentos proporcionado pelos games. Oferecer jogos e atividades gamificadas intensificam o perfil autônomo, pois são simuladas situações desafiadoras, opções para a escolha de recursos, bem como, são dadas oportunidades de reflexão e crítica sobre aspectos da realidade (Silva; Garcia, 2017).

Diante do exposto, pode-se afirmar que os jogos sérios não são apenas uma tendência educacional, mas sinaliza apresentar representam um novo paradigma, revolucionando a forma como se concebe e implementa a educação (Soares, 2021).

Quando aplicados como ferramenta pedagógica, os jogos sérios, não apenas transformam a sala de aula em um ambiente dinâmico, mas também colaboram para suprir as demandas crescentes de uma geração que busca experiências de aprendizagem mais envolventes e alinhadas com as dinâmicas contemporâneas. Eles têm se mostrado como ferramentas eficazes na educação e conscientização e entende-se que ao se desenvolver jogos dedicados à mobilidade urbana sustentável, de maneira lúdica, incentiva-se a reflexão sobre escolhas individuais no contexto ambiental (Wang *et al*., 2022). É uma abordagem promissora para promover o desenvolvimento positivo dos jovens que são os protagonistas das gerações futuras. Eles constituem um fiel reflexo da população, manifestando sensibilidade pelos problemas ambientais gerados pelas atividades humanas (Peres, 2011).

Dentro desse contexto, a relação entre emissões de CO2 e mobilidade urbana sustentável têm demandado uma abordagem educativa que vá além da mera transmissão de informações. Ao envolver os participantes de forma ativa e participativa, o uso de jogos sérios se revela como um meio propício para a compreensão aprofundada das implicações das escolhas individuais no ambiente urbano (Wang *et al*., 2022).

Ao integrar o jogo sério na educação sobre emissão de CO_2 em transportes, não somente faz-se uma abordagem lúdica, como também torna o aprendizado mais acessível e atrativo, atingindo um público mais amplo e possibilitando a simulação de cenários realistas (Holenweger *et al*., 2023). Nesse sentido, busca-se oferecer contribuições concretas para a conscientização, especialmente do público-alvo do jogo, que são os jovens, tornando-os mais participativos nas questões ambientais.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil

No Brasil, a mobilidade urbana tem sido amplamente discutida nos últimos tempos, especialmente devido à precariedade dos serviços de transporte coletivo e ao uso crescente de veículos individuais motorizados, o que contribui para o aumento do número de veículos automotores, congestionamentos, maior poluição, dificuldades de deslocamento e, consequentemente, impactos negativos na qualidade de vida da população (Soares *et al.,* 2017).

O transporte desempenhou um papel fundamental no progresso socioeconômico ao longo do século XX, porém, também contribuiu significativamente para impactos ambientais negativos, especialmente devido às elevadas emissões de CO_2 (Moradi; Vagnoni, 2018). No contexto da mobilidade sustentável, estudos sobre o conceito de "automóvel sustentável" têm abordado temas como a gestão de resíduos gerados na produção, reciclagem ao término da vida útil, estratégias para a redução das emissões de CO_2 e o desenvolvimento de tecnologias voltadas para combustíveis alternativos (Bielaczyc *et al*., 2015).

As cidades brasileiras, especialmente as grandes metrópoles, ainda enfrentam dificuldades para implementar de maneira eficaz seus planos e programas de acessibilidade e mobilidade urbana, que visam integrar os diferentes modos de transporte em seus territórios. Esse cenário evidencia a urgência do planejamento e da execução de políticas de mobilidade para tornar os espaços urbanos menos insustentáveis (Soares *et al*., 2017).

Historicamente, os investimentos em mobilidade urbana têm priorizado o transporte individual, concentrando-se nas áreas de maior atividade econômica. Projetos como ampliação do sistema viário, construção de viadutos, túneis e alargamento de vias beneficiam predominantemente o transporte privado e os bairros mais ricos. Enquanto isso, a infraestrutura de transporte público recebe menos atenção, o que afeta duplamente a população de baixa renda, pois essas pessoas geralmente vivem longe dos centros de emprego e das regiões economicamente mais desenvolvidas, além de dependerem fortemente do transporte coletivo para se deslocar (Carvalho, 2016).

Os desafios enfrentados pelos governos brasileiros para melhorar a mobilidade urbana são imensos, devido a décadas de crescimento urbano desordenado e políticas que priorizaram o transporte motorizado individual em detrimento do transporte público e não motorizado. O maior desafio, portanto, é avançar na governança e integração dos sistemas de transporte, a fim de melhorar as condições de transporte, adotando a priorização do transporte público e não motorizado em todas as esferas de planejamento e decisão pública (Carvalho, 2016).

2.2 Práticas Educacionais Diversas

Para compreender o cenário atual das práticas educacionais para a temática desse estudo sobre sustentabilidade, é necessário explorar, na literatura, métodos tradicionais e contemporâneos de ensino relacionados à mobilidade urbana sustentável.

Neste contexto, uma análise crítica dos métodos tradicionais e contemporâneos, como palestras, material didático convencional e programas educacionais, busca identificar lacunas e oportunidades para a implementação de metodologias ativas (Baesse, 2019).

As palestras, historicamente, têm sido um dos principais métodos de disseminação de informações sobre trânsito e mobilidade urbana sustentável (Nagl *et al.,* 2018). Especialistas frequentemente compartilham conhecimentos por meio de apresentações expositivas, abordando questões normativas, estatísticas e boas práticas. A eficácia das palestras é frequentemente questionada devido à passividade do público, levantando dúvidas sobre a retenção de informações e a aplicação prática desses conhecimentos (Holman *et al.*, 2015).

O material didático convencional, como livros, manuais e brochuras tem sido uma fonte essencial de informações educativas. Contudo, muitas vezes, esses recursos são estáticos e incapazes de capturar a dinamicidade das questões relacionadas ao trânsito e mobilidade urbana sustentável (Baesse, 2019). As abordagens contemporâneas incluem o uso de simulações, atividades práticas e visitas de campo, proporcionando uma experiência mais imersiva e participativa (Sales; Silva, 2020).

Pode-se dizer que na abordagem tradicional, os métodos de ensino são mais convencionais e processo de ensino é mais centrado no professor do que nos alunos, que participam de forma limitada e passiva, enquanto na abordagem moderna, a ênfase está em conferir maior protagonismo aos estudantes, envolvendo-os de maneira mais prática e dinâmica, promovendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração (Lima *et al*., 2020). Como participantes ativos e comprometidos com o seu próprio desenvolvimento, os alunos passam a ter maior autoconfiança, autoconsciência, responsabilidade e autonomia (Anastacio; Voelzke, 2020; Tabert, 2019). Sendo assim, considera-se que a abordagem moderna esteja mais alinhada com os princípios da sustentabilidade, que exigem uma compreensão prática e aplicada dos desafios ambientais e sociais.

A passagem de um modelo de educação passiva para métodos ativos, incentivando a participação ativa dos aprendizes, é uma tendência importante e como aponta Soares (2021), mas devem ser cuidadosamente planejados, garantindo que as práticas educacionais estejam alinhadas com as expectativas da sociedade.

Conforme Gonzalez *et al*. (2021), a investigação contínua dessas práticas estabelece um ponto de partida para o desenvolvimento de abordagens mais eficazes no processo de aprendizagem. A integração de tecnologias inovadoras, a personalização do aprendizado e a abordagem prática podem ser oportunidades valiosas para aprimorar a eficácia dos programas educacionais.

2.3 Jogos Sérios como Ferramenta Pedagógica

Atualmente, os jogos sérios abrangem uma variedade de segmentos na sociedade, como na saúde, empresa, formação profissional, segurança, militar, cada um direcionado a metas educacionais específicas. Na saúde, eles são projetados para promover o bem-estar e prevenir ou tratar doenças. Essas aplicações oferecem uma forma inovadora de abordar questões de saúde, proporcionando uma experiência imersiva que motiva os usuários a adotarem comportamentos saudáveis (Barbosa, 2022).

No âmbito da formação profissional, os jogos sérios e simuladores têm o objetivo de facilitar e reduzir custos com treinamento em diversas áreas, desde negócios até setores industriais complexos. Essas aplicações proporcionam um ambiente seguro para o desenvolvimento de habilidades práticas e a aplicação de conhecimentos teóricos, contribuindo significativamente para o treinamento eficaz de profissionais (Almeida, 2023).

Os jogos sérios também desempenham um papel relevante no treinamento militar e de segurança, proporcionando simulações realistas para preparar as forças armadas e agentes de segurança para situações complexas e dinâmicas. Essas simulações fornecem um ambiente controlado para testar estratégias e tomar decisões críticas (Almeida, 2023).

No campo da educação, os jogos educacionais auxiliam no aprendizado e no desenvolvimento de habilidades, tanto na educação básica quanto no ensino superior. (Barbosa, 2022).

Os benefícios dos jogos sérios no aprendizado são vastos. Desde o desenvolvimento do raciocínio lógico e solução de problemas até a melhoria de funções cognitivas. Também, oferecem maior controle sobre o próprio aprendizado, quebra de preconceitos com disciplinas específicas e personalização, de acordo com as necessidades individuais dos alunos (Ribeiro; Gallo, 2023).

Diante do explanado, os jogos sérios podem ser considerados ~~como~~ uma revolução na forma como os indivíduos aprendem e como se desenvolvem como cidadãos. Ao combinar elementos de entretenimento com objetivos educacionais claros, essas aplicações têm o potencial de transformar a educação e o treinamento em diversas áreas, proporcionando uma abordagem inovadora e eficaz para o aprendizado ativo e participativo (Ribeiro; Gallo, 2023).

Os jogos sérios têm emergido como ferramentas poderosas para promover a sustentabilidade ambiental, abordando questões críticas como mudanças climáticas e gestão de recursos naturais de maneira educativa e engajadora. Estes jogos são projetados não apenas para entreter, mas também para educar e sensibilizar os jogadores sobre a importância de práticas sustentáveis no cotidiano (Parreiras *et al*., 2022).

A utilização de jogos sérios em iniciativas educacionais tem demonstrado eficácia em transmitir conceitos complexos de maneira acessível e interativa, permitindo aos participantes experimentarem virtualmente os impactos de suas decisões no meio ambiente (Parreiras *et al*., 2022).

Além de seu potencial educativo, os jogos sérios em sustentabilidade ambiental podem ser aplicados para capacitar indivíduos e comunidades a enfrentarem desafios ambientais locais, incentivando a cooperação e a participação ativa na conservação dos recursos naturais (Calisto *et al*., 2020). Esta abordagem integrada não só contribui para a formação de cidadãos mais conscientes, mas também fortalece o compromisso global com metas ambientais (Xexéo *et al*., 2017).

Ao contrário dos jogos convencionais, cujo foco principal é o entretenimento, os jogos sérios têm objetivos pedagógicos claros, alinhados com os conteúdos curriculares e as metas de aprendizagem e introduzem uma abordagem dinâmica que transforma o processo educacional em uma jornada cativante (Sales; Silva, 2020). O cerne dos jogos sérios está na capacidade de combinar diversão com propósitos educacionais específicos (Muller; Petit, 2019).

A arquitetura dos jogos sérios é meticulosamente projetada para incorporar desafios, narrativas envolventes e elementos interativos, criando um ambiente propício para a absorção efetiva de conhecimento. Elementos de competição, cooperação e recompensas são habilmente integrados para motivar os aprendizes, gerando engajamento contínuo (Parreiras *et al*., 2022). Essa dinâmica transformadora promove uma aprendizagem ativa, na qual os estudantes não apenas absorvem informações, mas também aplicam conceitos em contextos práticos (Soares, 2021).

Outro ponto é a adaptabilidade dos jogos sérios a diversos temas e disciplinas, pois podem ser moldados para atender a uma variedade de objetivos educacionais (Baesse, 2019). A personalização do conteúdo permite uma abordagem flexível, adequando-se às necessidades específicas de diferentes públicos e contextos de aprendizagem (Soares, 2021).

Destaca-se que a eficácia dos jogos sérios não reside apenas na sua capacidade de entreter, mas na sua capacidade de criar experiências de aprendizagem imersivas que provocam a reflexão, o pensamento crítico e, principalmente, a retenção duradoura do conhecimento (Xexéo *et al*., 2017).

A interatividade proporcionada por esses jogos não apenas cativa a atenção dos aprendizes, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Além disso, a incorporação de elementos de *feedback* imediato permite que os estudantes compreendam instantaneamente o impacto de suas escolhas, incentivando a experimentação e o aprendizado através da tentativa e erro. Esse processo contribui para uma abordagem mais autônoma e auto eficaz na construção do conhecimento (Soares, 2021).

O uso estratégico de jogos sérios representa uma inovação significativa na educação ambiental, oferecendo novas perspectivas e soluções para os desafios contemporâneos de sustentabilidade urbana e global (Falkembach, 2017).

Outro subconjunto dos jogos sérios é representado pelos *advergames*, que são jogos desenvolvidos com o propósito de divulgar uma marca ou produto. Essas aplicações visam envolver os usuários de maneira lúdica, promovendo uma associação positiva com a marca. Já os "*games for change*" são uma categoria única de jogos sérios desenvolvidos para promover a inclusão social e o empoderamento. Geralmente dependentes de políticas públicas, pesquisas e doações institucionais, esses jogos têm o potencial de criar impactos positivos significativos na sociedade (Chagas, 2023).

Os elementos de jogos como os pontos, o ranking, a competição e as recompensas podem ser usados para gerar motivação e engajamentos nos usuários (Hamari, 2017). Este processo é denominado como gamificação, o uso de elementos de design de jogo em contextos não relacionados à diversão (Nacke; Deterding, 2017). Por sua vez, os jogos sérios podem ter o mesmo objetivo do que a gamificação e pode proporcionar diversão, mas o foco principal será a atividade de trabalho proposta (Taleb *et al*., 2023).

Partindo da concepção de jogos realistas, os jogos sérios têm a capacidade de envolver os jogadores em narrativas envolventes e simulações, permitindo que experimentem situações específicas. A mudança de comportamento, por sua vez, está intrinsecamente ligada à conscientização (Parreiras *et al*., 2022). Ao criar jogos que apresentam desafios relacionados a determinados comportamentos, os *designers* têm a oportunidade de moldar atitudes e decisões dos jogadores. A aplicação de consequências virtuais para escolhas específicas dentro do jogo cria um ambiente de aprendizado seguro, onde os jogadores podem experimentar as ramificações de suas ações sem riscos reais (Soares, 2021).

A personalização e adaptação dos jogos sérios também desempenham um papel importante na influência do comportamento. Ao permitir que os jogadores personalizem avatares, escolham trajetórias de aprendizado e enfrentem desafios adequados ao seu nível de habilidade, os jogos sérios criam uma experiência educativa mais envolvente e relevante. Essa abordagem personalizada contribui para a formação de hábitos mais saudáveis e comportamentos desejados (Barbosa, 2022).

O sistema de recompensas dentro dos jogos sérios estimula a motivação intrínseca dos jogadores. A obtenção de conquistas, pontos ou níveis mais altos não apenas reforça o engajamento, mas também funciona como um catalisador para a mudança de comportamento. Essa dinâmica reflete a aplicação de elementos psicológicos, como a teoria da autodeterminação, para impulsionar a internalização das ações desejadas (Barbosa, 2022).

É fundamental destacar que a influência dos jogos sérios na conscientização e mudança de comportamento vai além do tempo de jogo. A transferência do aprendizado para a vida cotidiana é um indicador eficaz do impacto duradouro dessas experiências. Estudos têm mostrado que os jogadores que participam ativamente de jogos sérios são mais propensos a aplicar o conhecimento adquirido em situações do mundo real, solidificando a eficácia dessas ferramentas educacionais (Almeida, 2023).

A interseção entre aprendizado e entretenimento encontrada nos jogos sérios abre portas para um futuro em que a conscientização e a mudança de comportamento são alcançadas de maneira envolvente e eficaz (Almeida, 2023).

2.3.1. Metodologias de desenvolvimento de Jogos Sérios na Educação

Um jogo sério é o resultado de um processo inovador, que pode ser entendido como o desenvolvimento de algo novo, seja um objeto ou uma maneira inédita de utilizá-lo (Parreiras, 2021). Esse tipo de produto só pode ser criado por meio de uma intenção clara, ou seja, uma ação planejada com o objetivo de alcançar um determinado resultado. Nesse sentido, é importante que o educador esteja sempre aberto a aprender como usar novas ferramentas e recursos. Para desenvolver um jogo sério, o criador deve ter em mente que a sua dimensão educativa surge da promoção de determinados tipos de aprendizagem, que são intencionalmente planejadas por um adulto.

De acordo com Djaouti *et al*. (2015), durante o processo criativo, o professor ou desenvolvedor deve observar o sistema G/P/S (Jogabilidade – Gameplay; Objetivo – Purpose; Escopo – Scope), atendendo a alguns requisitos:

a) Fases – elas devem estar conectadas de forma que façam sentido dentro do contexto.

b) Duração – o jogo não pode ser tão curto que o jogador termine rapidamente, nem tão longo que se torne cansativo.

c) Estética – os cenários devem evocar memórias e criar vínculos emocionais na estrutura cognitiva.

d) Modalidade – a escolha do tipo e formato do jogo determina os materiais e ferramentas a serem usados.

e) Dificuldade – a dificuldade deve ser ajustada de acordo com as habilidades exigidas e o conhecimento dos jogadores.

Existem alguns métodos desenvolvidos para auxiliar a criação de jogos sérios, como a Tétrade Elementar (Schell, 2011), que apresenta quatro elementos descritos como essenciais para a formação de jogos: a mecânica, que busca definir os procedimentos do jogo; a narrativa, apresentado uma história por traz desse jogo; a estética, que explora a aparência do jogo a ser desenvolvido a fim de cativar a atenção de seus jogadores; e a tecnologia, que descreve o meio físico pelo qual haverá a interação com o jogo.

Outro método desenvolvido com o objetivo de guiar o processo de criação por desenvolvedores sem experiência se chama ME.D.I.E.V.AL., composto por dez passos lineares, onde cada etapa pode ou não ser concluída na sua totalidade para avançar para a outra, podendo voltar nos passos anteriores para alterações que se fizerem necessárias no decorrer do processo de criação do jogo educativo (Parreiras, 2021). Apesar dessa flexibilidade, faz-se necessário que se respeite as etapas iniciais devido ao processo de concepção e criatividade, e, em jogos com finalidades educacionais, também devem aparecer aqui as motivações, justificativas e relevância do problema que se quer solucionar. Logo depois, é possível que o desenvolvedor articule as teorias de aprendizagem nas quais se baseia ou com as quais gosta de trabalhar, antes de dar prosseguimento com as etapas de planejamento e design propriamente dito. Da mesma maneira, é razoável supor que as etapas de testagem e avaliação estejam posicionadas após as etapas de prototipagem, visto que este protótipo produzido nessas etapas intermediárias será testado e avaliado nas etapas subsequentes.

2.3.2 Conhecendo os passos do ME.D.I.E.V.A.L.

Os passos para criar um jogo sério usando o ME.D.I.E.V.A.L. estão organizados como uma sugestão lógica podendo retornar nas etapas anteriores, caso se queira ou caso se faça necessário. Os passos do ME.D.I.E.V.A.L. são descritos a seguir:

2.3.2.1. Passo I: Identificar o problema e a motivação

A questão central que um jogo sério educativo busca a solução de um problema. O primeiro passo consiste em definir o eixo temático e o problema específico a ser abordado, justificar a necessidade de resolver essa questão, analisar os impactos e a relevância da solução proposta para a comunidade ou sociedade, além de compreender as motivações do desenvolvedor para tratar esse problema (Parreiras, 2021). No caso do ME.D.I.E.V.A.L., não há um sistema rígido para a escolha dessas temáticas. Por exemplo, um professor pode utilizar o jogo para ensinar sobre uma temática em que seus alunos possuem dificuldades.

Para esse educador, essa percepção pode ser a motivação suficiente para a criação de um jogo.

2.3.2.2. Passo II: Inferir os objetivos para a solução

No desenvolvimento de jogos sérios os objetivos de aprendizagem precisam estar alinhados à Taxonomia Revisada de Bloom que é uma ferramenta pedagógica que classifica os objetivos de aprendizagem em diferentes níveis de complexidade e especificidade. Essa taxonomia é composta por três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, cada qual abordando diferentes aspectos do aprendizado (Ferraz; Belhot, 2010). Essa taxonomia pode ser aplicada para estruturar os objetivos de aprendizagem de forma eficaz, pois organiza os níveis de conhecimento em uma hierarquia que vai do nível mais simples ao mais complexo.

Existem três níveis de aprendizagem: nível factual, conceitual e procedural (Ferraz; Belhot, 2010). Ao propor um jogo sério sobre mobilidade urbana sustentável, os jogadores podem ser inicialmente desafiados a recordar informações básicas sobre as emissões de CO_2 e suas consequências (nível factual). À medida que avançam, eles podem ser incentivados a entender as inter-relações entre diferentes práticas sustentáveis e suas implicações ambientais (nível conceitual). Além disso, o jogo pode incluir atividades que exigem que os jogadores apliquem conhecimentos práticos sobre como reduzir as emissões, como escolher modos de transporte sustentáveis ou implementar soluções de energia limpa (nível procedural).

Dadas as características descritas, a Taxonomia de Bloom serve como um guia para a elaboração de objetivos de aprendizagem. Na proposição feita, pretende-se que os jogadores não apenas adquiram conhecimento, mas também desenvolvam habilidades e atitudes que os capacitem a agir em prol da sustentabilidade. Essa estruturação dos objetivos de aprendizagem, em consonância com a taxonomia, potencializa a eficácia do jogo como uma ferramenta educacional, promovendo um aprendizado significativo e duradouro. A partir do jogo é possível obter um feedback e reflexão, coletando dos jogadores melhorias contínuas do jogo. As discussões pós-jogo servem para refletir sobre as decisões tomadas e suas consequências. Essa abordagem não apenas facilita a retenção do conhecimento, mas também promove a aplicação prática, essencial para a formação de atitudes e comportamentos sustentáveis.

Ferraz e Belhot (2010), em seu artigo "Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais", ressaltam a necessidade de reavaliar e atualizar os fundamentos teóricos que sustentaram a pesquisa original. Eles observam que, após a primeira publicação da Taxonomia em 1956, houve um avanço considerável em conceitos, recursos e teorias educacionais, levando a um novo grupo de especialistas a revisar a taxonomia em 2001. Essa revisão resultou em uma

tabela bidimensional que distingue claramente as dimensões do conhecimento e dos processos cognitivos, facilitando a estruturação dos objetivos educacionais e auxiliando os educadores no planejamento e na escolha de estratégias e tecnologias educacionais.

O artigo destaca a Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom como uma inovação significativa na revisão da taxonomia. Esta tabela foi projetada para diferenciar claramente as dimensões do conhecimento (conteúdo) e dos processos cognitivos, permitindo uma estruturação mais eficaz dos objetivos educacionais. Esta tabela atua como uma ferramenta que ajuda os educadores a planejarem melhor seus objetivos instrucionais, proporcionando um direcionamento claro e conciso para o processo de ensino.

Essa abordagem bidimensional é considerada uma forma de aprimorar a elaboração do planejamento educacional e a escolha adequada de estratégias e tecnologias, promovendo um aprendizado mais estruturado e eficaz.

A tabela visa facilitar o planejamento educacional, ajudando os educadores a estruturarem e organizarem seus objetivos de forma mais clara e eficaz (Ferraz Belhot, 2010).

O quadro 1 (pág. 25), apresenta uma comparação associada aos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom, os objetivos de aprendizagem, os conteúdos sobre Zonas de Baixa e Zero Emissão de CO_2 e a mecânica do jogo.

No âmbito do design de jogos sérios, a integração de sistemas de recompensas e penalidades é uma estratégia essencial para fomentar a aprendizagem e o envolvimento dos alunos. Hunicke *et al*., (2004), em seu estudo "MDA: *A Formal Approach to Game Design and Game Research*", abordam a relevância de compreender a mecânica, a dinâmica e a estética dos jogos, argumentando que a implementação de recompensas e penalidades pode impactar de maneira significativa a experiência do jogador, criando um ambiente de aprendizado mais interativo e motivador.

A implementação desses conceitos no Jogo Sério de Tabuleiro sobre Zonas de Baixa e Zero Emissão de CO_2 visa explorar como os princípios da taxonomia podem ser aplicados nesse contexto. Com o uso da Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom, os educadores podem definir objetivos claros para o jogo, como: Lembrar, incentivando os jogadores a relembrar informações sobre as zonas de baixa e zero emissão de CO_2; Entender, demonstrando a compreensão dos conceitos relacionados às emissões de CO_2 e suas implicações ambientais; Aplicar, utilizando estratégias para reduzir emissões durante o jogo; Analisar, examinando diferentes cenários de emissão e suas consequências; e Criar, desenvolvendo soluções inovadoras para combater a emissão de CO_2.

Quadro 1 – Comparativo Taxonomia de Bloom e objetivos de aprendizagem do jogo

NÍVEL COGNITIVO	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDO	REFERÊNCIAS	MECÂNICAS
Lembrar	Identificar a quantidade de emissão de CO_2 no transporte	Fontes de emissão de CO_2	Cancelli e Dias (2014)	Cartas dos modais e de ação que auxiliam na memorização dos conceitos
Compreender	Entender as consequências das emissões de CO_2 para o meio ambiente.	Efeitos das emissões de CO_2: aquecimento global, poluição do ar, problemas de saúde.	Reichmuth; Weintraub, (2021).	Cartas interativas de ação com as bonificações e penalidades
Aplicar	Desenvolver um plano de viagem para reduzir as emissões de CO_2 em uma comunidade.	Estratégias de redução de CO_2 uso de transporte,	(Kok, 2023)	Carta “rola e escreve” para acompanhar as emissões durante as escolhas dos modais
Analisar	Comparar diferentes abordagens para a redução de emissões de CO_2 e seus impactos.	Análise de políticas públicas, iniciativas privadas e comportamentos individuais.	Soares (2017)	Cartas de ação com as Narrativas de feedback em tempo real.
Avaliar	Avaliar a eficácia de diferentes estratégias de redução de CO_2 em termos de custo, tempo e impacto.	Avaliação de custos e benefícios de práticas sustentáveis.	Kok, (2023) Reichmuth; Weintraub, (2021).	Discussão e debates
Criar	Elaborar um plano de ações e soluções inovadoras para a redução de emissões de CO_2 em um cenário específico.	Desenvolvimento de novas estratégias ou práticas que visem a emissão zero de CO_2.	Kok, 2023; Reichmuth; Weintraub, 2021).	Criação de conteúdo e design de jogos

Fonte: Autoria própria

O jogo pode ser projetado para incluir atividades que abordem cada um dos níveis da taxonomia, permitindo que os jogadores progridam em complexidade à medida que participam. A implementação de um jogo sério pode aumentar o engajamento dos alunos, tornando o aprendizado sobre emissões de CO_2 mais interativo e prático. Isso se alinha aos objetivos educacionais estabelecidos pela Taxonomia de Bloom, que pode ser utilizada para

estruturar e enriquecer a experiência de aprendizado em um jogo sério voltado para questões ambientais, educando os jogadores sobre a importância da redução das emissões de carbono e a promoção de práticas sustentáveis.

2.3.2.3. Passo III: Planejar o jogo que solucione o problema

O planejamento de um jogo educativo começa com a definição de sua estrutura e características, como o gênero, os personagens, a plataforma e o estilo visual (Novak, 2012). A escolha desses elementos não deve ser arbitrária, mas sim orientada pelo problema que o jogo visa resolver.

Os Personagens são um componente central dos jogos, especialmente em jogos educativos, onde eles desempenham um papel fundamental na interação com o jogador. Os jogadores podem influenciar suas ações, criando um vínculo emocional com os personagens (Rogers, 2013).

O ME.D.I.E.V.A.L. sugere a criação de personagens complexos e diversificados, como avatares jogáveis para enriquecer a experiência do jogador. A utilização de arquétipos pode ser uma abordagem útil na construção desses personagens (Parreiras, 2021).

O cenário do jogo é um elemento essencial a ser planejado com base em sua estética gráfica (Adams, 2014). O ME.D.I.E.V.A.L. amplia essa definição, considerando aspectos como clima, tensão, cultura e mitologia (Parreiras, 2021).

Assim, o planejamento do jogo deve ser pensado de forma estratégica, levando em conta o problema a ser resolvido, a experiência do jogador e os recursos disponíveis, para garantir que o jogo seja eficaz e envolvente.

2.3.2.4. Passo IV: Aplicar o Endo-GDC

Neste passo, o ME.D.I.E.V.A.L. recomenda a elaboração de um documento diagramático que proporcione uma visão abrangente do jogo, permitindo a definição das ideias centrais do projeto e, principalmente, assegurando a clareza e a transparência das informações para todos os membros da equipe. O Game Design Canvas (GDC) é uma ferramenta que oferece uma visão holística do projeto, resumindo de forma concisa as estruturas essenciais do jogo em um único panorama (Parreiras, 2021).

Inspirado no modelo de negócios Business Model Canvas (BMC) de Osterwalder e Pigneur (2010), o GDC promove a colaboração entre os participantes, facilitando a resolução de desafios e tornando o entendimento do projeto mais acessível, ao proporcionar uma visão compartilhada entre todos os envolvidos (Vargas, 2015). Embora os GDCs mostrem grande potencial para serem aplicados a jogos sérios, a maioria dos modelos analisados até o momento são voltados para jogos de entretenimento. Reconhecendo a necessidade de um GDC específico para jogos sérios, Taucei (2019) desenvolveu um modelo adaptando às

camadas para os jogos sérios. Este modelo recebeu o nome de Endo-GDC que é composto por uma série de seções organizadas em blocos, com o objetivo de criar uma linguagem comum entre os desenvolvedores. Além disso, foi concebido para refletir as interações e influências que surgem entre os membros da equipe. Essa estrutura visa facilitar a comunicação entre os desenvolvedores e a descrição clara das atividades a serem executadas, favorecendo, assim, a criação de um jogo sério (Parreiras, 2021).

Os quatro elementos descritos como essenciais para a formação de jogos são a mecânica, que busca definir os procedimentos do jogo; a narrativa, apresentando uma história por traz desse jogo; a estética, que explora a aparência do jogo a ser desenvolvido a fim de cativar a atenção de seus jogadores; e a tecnologia, que descreve o meio físico pelo qual haverá a interação com o jogo (Talcei, 2019).

Entretanto, para jogos educacionais, foi possível identificar propostas baseadas a partir de Game Design Canvas (GDC) como sendo ferramentas úteis para etapas de brainstorming e organização de ideias na concepção de jogos (Taucei, 2019).

O MDA (é uma estrutura que formaliza os componentes do jogo (regras, sistema e diversão) e estabelece uma relação como os componentes de design como as mecânicas, dinâmicas e estética do jogo proposto (Hunicke *et al*., 2004) fundamentado em princípios de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente. O MDA tem uma abordagem formal para entender os jogos – tentando preencher a lacuna entre o design do jogo e o desenvolvimento, a crítica de jogos e a pesquisa de jogos técnicos.

2.3.2.5. Passo V: Criar o GDD para detalhar as características planejadas

Este passo do desenvolvimento do jogo envolve a elaboração detalhada dos aspectos específicos do projeto, como as motivações dos personagens, fases, níveis de dificuldade e cenários, com base nas definições das etapas anteriores. O Game Design Document (GDD) é uma ferramenta crucial nesse processo, pois descreve minuciosamente todos os elementos do jogo, como mecânicas, regras, narrativa e enredo, e oferece um plano de implementação. Rogers (2013) descreve o GDD como "uma bíblia", essencial para orientar todos os envolvidos no projeto.

O ME.D.I.E.V.A.L. sugere o uso do GDD para o detalhamento das ideias do jogo, especialmente em jogos digitais sérios e educativos. Embora o GDD seja um documento fundamental, ele não deve ser rígido, podendo ser modificado conforme o desenvolvimento do jogo, como ressaltam (Motta; Junior, 2013), que enfatizam a flexibilidade do GDD, dependendo das necessidades do projeto e da equipe.

O GDD deve ser iniciado antes da produção para alinhar as ideias com a equipe, mas também ser atualizado durante o desenvolvimento, funcionando como um guia e um registro

do processo criativo. A Introdução explica o propósito do jogo, enquanto a seção de Gênero permite a adaptação das categorias conforme o tipo de jogo, sem restringir a criatividade do desenvolvedor. A seção de Plataformas descreve os dispositivos onde o jogo estará disponível, com destaque para preferências em jogos multiplataforma (Parreiras, 2021).

A seção de Público-Alvo deve especificar o grupo demográfico para o qual o jogo é direcionado, considerando faixas etárias e interesses. Enredo e Personagens detalham a narrativa, os personagens principais e suas habilidades, e como influenciam o gameplay. A Visão Geral descreve os gêneros e características do jogo, enquanto a Experiência do Jogador apresenta uma visão panorâmica da interação do jogador com o jogo, abordando níveis, dificuldades e objetivos (Parreiras, 2021).

A seção de Orientações para Gameplay define as regras do jogo, incluindo limites de violência e adequação para diferentes idades. Objetivos e Recompensas detalham como o jogo motiva o jogador, com obstáculos e recompensas. A seção de Mecânicas explica o funcionamento do jogo, como movimentação de personagens e progressão dos níveis (Parreiras, 2021).

O Design de Níveis descreve a quantidade de fases, desafios e objetivos. O Esquema de Controle especifica os controles do jogo, com diagramas explicativos. Em Estética de Jogo e Interface, define-se o design visual e as emoções que o jogo busca evocar, além da organização da interface e funcionamento dos menus (Parreiras, 2021).

Finalmente, a seção de Cronograma e Tarefas detalha as atividades do desenvolvimento, levando em consideração as habilidades da equipe, com flexibilidade para ajustes conforme o andamento do projeto.

2.3.2.6. Passo VI: Escolher a Engine mais adequada

O desenvolvimento de jogos, especialmente aqueles com fins educativos, pode enfrentar uma dificuldade significativa: enquanto muitos profissionais dessa área, como pedagogos e professores, podem não ter familiaridade com linguagens de programação avançadas como C++ ou Java, a criação de jogos através dessas linguagens exige um conhecimento técnico profundo. As engines de jogos, tornaram-se uma ferramenta essencial nesse processo, ganhando popularidade nos últimos anos. Essas plataformas facilitam a criação de jogos ao reduzir a necessidade de habilidades avançadas de programação, agilizando o desenvolvimento e permitindo que os criadores se concentrem mais na concepção do jogo do que nos aspectos técnicos (Parreiras, 2021).

Existem diversas engines, cada uma com características distintas, e nem todas são projetadas para eliminar a necessidade de conhecimento técnico. Algumas são mais intuitivas e acessíveis para iniciantes, enquanto outras exigem conhecimentos mais avançados, como o uso de código aberto (Open Source), permitindo que o desenvolvedor modifique e expanda

suas funcionalidades conforme necessário. Além disso, algumas engines são mais adequadas para criação de jogos profissionais, enquanto outras se concentram em aplicativos da web. Esta seção se propõe a comparar as principais engines utilizadas, destacando suas convergências e divergências (Parreiras, 2021).

Ao definir o tipo de jogo e os recursos necessários, como visuais, sons e tecnologia, como estabelecido no Passo III, é crucial que no Passo IV o desenvolvedor escolha uma engine de jogo que atenda a essas expectativas. Por exemplo, a Unreal Engine é mais adequada para jogos 3D, oferecendo suporte superior para gráficos desse tipo, o que pode ser uma vantagem se o foco for criar um jogo 3D. Contudo, essa mesma característica pode ser uma desvantagem se o jogo for 2D, pois a complexidade envolvida pode ser desnecessária (Parreiras, 2021).

Portanto, não há uma "engine vencedora", pois a escolha depende das necessidades do jogo. As características avaliadas para essa análise incluem: preço (valor da licença), ano de lançamento da versão atual, disponibilidade de código-fonte aberto (Open Source), necessidade de conhecimentos em programação, suporte do desenvolvedor (como documentação e fóruns), a comunidade de usuários (como apoio em fóruns ou redes sociais), suporte a múltiplos idiomas e o tipo de gráficos nativos (2D, 3D, 8-bits, etc.).

2.3.2.7. Passo VII: Desenvolver o software e assets do jogo

Esta etapa, que corresponde à construção efetiva do jogo, pode ser dividida em duas fases: prototipação e produção (Parreiras, 2021).

A prototipação é uma fase inicial em que se desenvolve um modelo do jogo, essencial para projetos mais complexos ou com múltiplas partes envolvidas. Um protótipo é uma versão preliminar do produto, com todas as funcionalidades a serem testadas, antes de seu acabamento (Rogers *et al.,* 2013). Existem dois tipos de protótipos, definidos pela complexidade: de baixa e alta fidedignidade. O protótipo de baixa fidedignidade, como esboços ou storyboards, simula as mecânicas e telas do jogo de forma simples e acessível, sem a necessidade de codificação. Já o protótipo de alta fidedignidade representa uma versão mais avançada, que pode testar uma parte substancial do jogo, como um sistema de batalha ou um menu completo, aproximando-se do produto final. Contudo, esse tipo de protótipo pode ter desvantagens, como o alto custo de tempo e recursos e a dificuldade de extrapolar os resultados para a experiência completa do jogador (Parreiras, 2021).

Para uma prototipagem eficaz, Schell (2015) sugere algumas diretrizes, como garantir que o protótipo tenha um objetivo específico de teste, evitar que a qualidade e o acabamento sejam prioridades e criar protótipos descartáveis após cumprirem seu propósito. Também recomenda a prototipagem de baixa fidedignidade sempre que possível e a utilização de engines para protótipos, em vez de programação completa.

Após a prototipação, a fase de produção dá continuidade ao desenvolvimento do jogo.

Esta etapa não deve ser vista como uma sequência que só começa após a prototipação, pois, durante a produção, podem surgir necessidades de novos protótipos, como para mecânicas ou assets gráficos. A produção é geralmente a fase mais longa do desenvolvimento, abrangendo as fases alpha, beta e gold, que são sequenciais e têm diferentes propósitos. A fase beta, por sua vez, é caracterizada por um produto mais polido, com todos os recursos integrados, e é destinada a testes com um público maior para identificar e corrigir falhas. Por fim, na fase gold, o jogo está pronto para ser lançado, após a aprovação dos stakeholders. Em jogos menores, pode ocorrer a fusão das fases alpha e beta, ou até mesmo a omissão da fase gold.

2.3.2.8. Passo VIII: Jogar o jogo e colher dados de feedback

Uma vez que o jogo esteja pronto, é necessário testá-lo. Para isso, o jogo necessita ser jogado em um ambiente controlado para que os jogadores enviem seu feedback para os criadores do jogo, de modo que na etapa posterior esse mesmo feedback possa ser avaliado. Existem muitas maneiras de jogar o jogo com objetivo de testar a sua eficácia. Isso vai depender fundamentalmente do tipo de jogo criado e da natureza as observações que se espera extrair desse jogo. O desenvolvedor do jogo pode incluir no próprio jogo um sistema de feedback, por exemplo, ou isto pode ser conversado com jogadores após a partida. O ME.D.I.E.V.A.L. sugere o uso do MEEGA+, uma ferramenta que tem formas específicas de abordagem que podem auxiliar os pesquisadores envolvidos na criação do jogo, a pensar em métodos apropriados para se jogar (Parreiras, 2021). O modelo disponibiliza templates munidos de planilhas e questionários previamente desenvolvidos para serem aplicados aos jogadores após a experiência com o jogo (Savi et al., 2011).

2.3.2.9. Passo IX: Usar o MEEGA+ para testar os atributos do jogo

O modelo MEEGA+, tem como objetivo avaliar a qualidade dos jogos educacionais de maneira mais abrangente, levando em consideração a experiência do jogador e a percepção de aprendizagem dos alunos (Petri *et al.*, 2017). A partir do objetivo de avaliação, são derivadas as medidas referentes aos dados a serem coletados durante o estudo para que se atinja o objetivo da avaliação. Desenvolveu-se um instrumento de medição seguindo o método proposto por DeVellis (2016). O formato de resposta para cada um dos itens do instrumento de medição é baseado em uma escala de Likert de 5 pontos com alternativas de resposta que variam de discordo totalmente a concordo totalmente (DeVellis, 2016).

Um problema comum dos jogos educativos é que apesar de conseguirem proporcionar engajamento, frequentemente não cumprem sua função educativa de forma adequada, não

oferecendo o conhecimento prometido (Caulfield *et al*.,2011). No contexto do ME.D.I.E.V.A.L., é essencial avaliar se os jogos desenvolvidos atingem não apenas o objetivo de ensinar, mas também de entreter e manter o engajamento do jogador, validando assim sua aplicabilidade fora do ambiente educacional (Parreiras, 2021).

O MEEGA+ (Model for the Evaluation of Educational Games) é uma ferramenta criada para medir essas características em jogos educativos. Ela inclui diversos modelos estatísticos para análise de dados, facilitando o processo por meio de planilhas automáticas que dispensam conhecimentos avançados em estatísticas (Parreiras, 2021).

Após preencher os documentos no Passo VIII, os dados devem ser transferidos para a planilha fornecida pelos desenvolvedores da ferramenta,

Seguindo a recomendação de diversos outros autores que identificaram este modelo como o mais completo em se tratando de avaliação de jogos (Calder´on *et al*., 2018; Petri; Von Wangenheim, 2016), o ME.D.I.E.V.A.L. junta-se a este grupo e sugere a sua utilização na etapa de testagem e avaliação da eficácia dos jogos digitais sérios com fins educativos (Parreiras, 2021).

Um dos principais fatores do modelo MEEGA+ é a Experiência do Jogador, que abrange dimensões como atenção focada, diversão, desafio, interação social, confiança, relevância e satisfação. Outro fator importante é a Usabilidade, subdividida em cinco subdimensões: aprendizibilidade, operabilidade, estética, acessibilidade e proteção de erro do usuário. Os detalhes do mapeamento estão apresentados em Petri *et al*. (2016).

A parte inicial do questionário do modelo MEEGA+ objetiva coletar informações demográficas para identificar o perfil dos alunos. Além disso, o modelo considera a aprendizagem percebida, que se divide em duas dimensões: a avaliação de curto prazo, que analisa o efeito global do jogo sobre a aprendizagem dos alunos, e o objetivo de aprendizagem, que é personalizado e leva em conta os objetivos específicos de cada jogo, como análise, avaliação e criação.

Essa estrutura permite uma avaliação mais detalhada e abrangente da qualidade dos jogos educacionais, considerando tanto a experiência do jogador quanto os resultados de aprendizagem.

Sendo assim, se constitui um instrumento adequado, para avaliação dos testes que foram realizados. A coleta de informações para ajustes futuros baseados no feedback recebido, podem contribuir para melhorias e disseminação do jogo para que mais jogadores aprendam sobre mobilidade urbana sustentável.

2.3.2.10. Passo X: Publicar o jogo e os resultados

Por fim, o ME.D.I.E.V.A.L. recomenda que, uma vez atingido um nível adequado de refinamento e apresentando resultados satisfatórios conforme os critérios do MEEGA+, o jogo

deve ser divulgado à comunidade científica, garantindo sua disseminação e ampla difusão. Esse processo visa assegurar que o jogo cumpra o propósito para o qual foi concebido. Além da apresentação em congressos científicos, universidades e publicações acadêmicas, a distribuição pode se estender para além do ambiente acadêmico, por meio de plataformas comerciais de jogos, possibilitando seu acesso por um público mais amplo (Parreiras, 2021).

2.4 Zonas de Baixa e de Zero Emissão de CO_2

De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), os gases de efeito estufa (GEEs) são substâncias gasosas que absorvem e emitem a radiação infravermelha, aquecendo a terra e o aumento da concentração de GEEs na atmosfera, em decorrência das atividades humanas intensificam o efeito estufa e contribuem para o aquecimento global, causando alterações climáticas.

O Intergovernmental Panel on Climate Change (2023) afirma que os gases de efeito estufa (GEEs) são constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais quanto antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação emitido pela superfície da Terra.

O IPCC por ser o órgão responsável pelas pesquisas e relatórios tidos como referência internacional sobre as mudanças climáticas, possui dados que têm contribuído para documentar e analisar o crescimento do efeito estufa. O efeito estufa é um fenômeno natural que ocorre na atmosfera da Terra, onde certos gases, conhecidos como gases de efeito estufa (GEEs), absorvem e reemitem radiação infravermelha. Esse processo é essencial para manter a temperatura do planeta em níveis que permitam a vida. Os principais gases de efeito estufa incluem o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e vapor d'água (H_2O).

O relatório destaca a urgência em reduzir GEE como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4), de forma rápida e profunda para limitar o aquecimento global a 1,5ºC ou 2ºC até o final deste século. O crescimento contínuo das emissões está diretamente relacionado ao aumento das temperaturas global, o que torna a situação crítica. O documento apresenta diferentes cenários de emissões, indicando que as trajetórias que visam limitar o aquecimento a 1,5ºC exigem que as emissões de CO_2 atinjam zero por volta de 2050. Em contrapartida, se não houver reduções significativas nas emissões nas próximas décadas, o aquecimento de 2ºC será inevitável (IPCC, 2023).

O relatório enfatiza que reduções profundas e sustentadas nas emissões de GEE não apenas podem melhorar a qualidade do ar em poucos anos, mas também levariam a uma diminuição nas tendências de temperatura global após cerca de 20 anos, evidenciando a necessidade de ações imediatas. O relatório afirma que para alcançar emissões líquidas negativas de CO_2, será necessária a remoção de dióxido de carbono, o que implica em

tecnologias e práticas que possam capturar e armazenar carbono da atmosfera. Faz-se necessária as reduções da emissão de CO_2 em todos os setores, incluindo indústria, transporte e áreas urbanas, por meio de eficiência energética e uma transição para fontes de energia de baixo carbono, reforçando a importância de uma abordagem integrada para mitigar os efeitos do aquecimento global (IPCC, 2023).

O aumento das emissões de CO_2 por veículos automotores é uma preocupação crescente em todo o mundo, especialmente no Brasil, onde a frota de veículos tem se expandido significativamente. O Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2011, fornece uma análise abrangente das emissões veiculares, incluindo fatores de emissão específicos para diferentes tipos de combustíveis e categorias de veículos. Este inventário é fundamental para a gestão ambiental e para o cumprimento das legislações relacionadas à qualidade do ar, uma vez que quantifica as emissões de poluentes, incluindo o CO_2 que contribui para o efeito estufa e as mudanças climáticas (Cancelli; Dias, 2014).

Ainda de acordo com Cancelli e Dias (2014), os dados apresentados no documento quanto às emissões de dióxido de carbono (CO_2) por quilômetro rodado para diferentes categorias de veículos são as seguintes:

- Automóveis e veículos comerciais leves: 210 g/km de CO_2.
- Motocicletas: 210 g/km de CO_2.
- Caminhões leves, médios e pesados 445 g/km de CO_2.
- Ônibus urbanos e rodoviários: 445 g/km de CO_2.

O quadro abaixo mostra a quantidade de CO_2 emitido por veículo e por g/km

Tabela 1 – Emissão de poluentes por veículos

Categorias/Poluentes	CO ($g.km^{-1}$)	NO_x ($g.km^{-1}$)	RCHO ($g.km^{-1}$)	NMHC ($g.km^{-1}$)	CH_4 ($g.km^{-1}$)	MP ($g.km^{-1}$)	CO_2 ($g.km^{-1}$)
Automóveis e veículos comerciais leves	1,2	0,4	0,01	0,4	0,15	0,015	210,0
Motocicletas	3,0	0,15	-	0,5	0,1	0,010	210,0
Caminhões leves, médios e pesados	1,0	0,4	-	5,0	-	0,15	445,0
Ônibus urbanos e rodoviários	1,1	0,5	-	9,0	-	0,2	445,0

CO: monóxido de carbono; NO_x: óxidos de nitrogênio; RCHO: aldeídos; NMHC: hidrocarbonetos não metano; CH_4: metano; MP: material particulado; CO_2: dióxido de carbono.

Fonte: Cancelli; Dias (2014).

Esses valores refletem as emissões estimadas durante um período específico e podem variar com base em fatores como a composição do combustível e as condições de operação dos veículos.

Um dos princípios para se atingir resultados mais consistentes em matéria de redução da poluição é o incentivo ao uso do transporte público em detrimento do individual (Carvalho, 2011). Porém, Huang *et al.*, (2022) avança na compreensão da relação entre o ambiente

construído e as emissões de CO_2 no tráfego, destacando a importância do planejamento urbano sustentável. Esse estudo conecta-se com a noção de que estratégias eficazes para redução de emissões devem contemplar não apenas os veículos, mas também as infraestruturas urbanas.

Em paralelo Jia *et al.* (2023) propõem uma modelagem dinâmica para avaliação de políticas, destacando a importância de intervenções regulatórias que possam moldar efetivamente os padrões de mobilidade, reforçando a necessidade de abordagens dinâmicas e adaptáveis, reconhecendo que as soluções para as emissões de CO_2 no tráfego exigem uma abordagem flexível e sensível às mudanças no ambiente urbano.

A interconexão entre preços da gasolina, congestionamentos e emissões de CO_2 é explorada por Pang *et al*. (2023), apresentando a relação complexa entre fatores econômicos e ambientais, evidenciando a necessidade de estratégias integradas que considerem múltiplos aspectos do tráfego urbano. Assim, reforça-se as abordagens isoladas podem não ser suficientes para enfrentar a complexidade do problema.

Finalmente, Zhang *et al*. (2020) proporcionam insights sobre as emissões de CO_2 em Shanghai, apresentando um panorama das emissões de tráfego na região e identificando oportunidades para reduções significativas. Esse enfoque local destaca a importância de avaliações específicas para implementar estratégias mais eficazes e adaptadas às condições únicas de cada área urbana.

Acredita-se que a análise conjunta dessas referências destacou a necessidade de uma abordagem holística e interdisciplinar para lidar com as emissões de CO_2 no meio ambiente. A compreensão dessas emissões não pode ser dissociada de fatores globais, escolhas individuais, infraestrutura urbana, particularidades regionais e inovações tecnológicas. A complexidade do desafio exige soluções integradas e adaptáveis, envolvendo múltiplos atores e considerando uma variedade de aspectos para promover uma mobilidade urbana mais sustentável.

Para minimizar os impactos da emissão de CO_2 nas cidades europeias têm sido criadas estratégias e legislação voltadas para o avanço das políticas de transporte em áreas urbanas. Diversas medidas bem-sucedidas têm sido implementadas, incluindo incentivos para estacionamento e transporte, controle de tráfego, criação de faixas prioritárias para ônibus, estímulo ao uso de bicicletas, promoção de caronas solidárias, aprimoramento de espaços para pedestres e gestão de estacionamento (Gonzalez *et al*., 2022).

A implementação dessas zonas não é apenas uma medida de mitigação ambiental, mas também uma estratégia para melhorar a mobilidade urbana, incentivando o uso de transportes públicos e modos de transporte não motorizados (Kok, 2023). A integração dessas políticas com infraestruturas digitais e tecnologias emergentes, como sistemas de gestão de

tráfego inteligentes e aplicativos de mobilidade, é crucial para otimizar a eficiência dos transportes e oferecer alternativas viáveis aos cidadãos (Reichmuth; Weintraub, 2021).

As zonas de baixa emissão e zero emissão são definidas privilegiando veículos com emissões reduzidas ou nulas, promovendo um ambiente mais limpo e saudável para os residentes e visitantes (Kok, 2023). Assim, se caracterizam pela implementação de políticas que incentivam o uso de veículos elétricos, híbridos ou movidos a energia limpa, enquanto restringem ou até mesmo proíbem a entrada de veículos que utilizam combustíveis fósseis. Nesse sentido, elementos como infraestruturas de recarga para veículos elétricos, tarifação diferenciada e incentivos fiscais podem ser integrados para apoiar a transição para uma mobilidade urbana mais sustentável (Kok, 2023).

A caracterização detalhada das zonas de baixa e zero emissão pode variar de acordo com as necessidades e características específicas de cada cidade. Além das restrições de acesso baseadas em critérios de emissões, essas áreas frequentemente incorporam medidas complementares, como a promoção de modos de transporte sustentáveis, como ciclovias, faixas exclusivas para ônibus e incentivos ao compartilhamento de carros e bicicletas (Reichmuth; Weintraub, 2021). Os veículos que não atendem aos critérios são obrigados a cumprir determinadas exigências, como instalar dispositivos de controle de emissões ou pagar uma taxa para entrar na zona (Nagl *et al*., 2018). Esses obstáculos afastam os veículos poluentes, promovendo um ambiente mais saudável e sustentável para os residentes e visitantes (Gonzalez *et al*., 2022).

Nagl *et al*. (2018) classificam as Zona de Baixas Emissões (ZBEs) de acordo com as três seguintes dimensões: veículos proibidos de entrar (tipologia, restrições, benefícios etc.), área (cidade inteira, bairros, centro distrito comercial etc.) e restrições de horário aplicáveis (todos os dias, dias da semana, horários de pico etc.).

Nos últimos anos, Madrid adotou diversas estratégias de transporte visando aprimorar a qualidade do ar na cidade. Entre essas iniciativas, destacam-se o Serviço de Regulação de Estacionamento na Via e uma Zona de Baixas Emissões (LEZ) denominada "Madrid Central", que restringe o estacionamento e o uso de veículos automotores no centro urbano. As restrições ao estacionamento nas vias públicas foram implementadas em 2002, enquanto a Zona de Baixas Emissões foi estabelecida em 2018 (Gonzalez *et al*., 2022).

O impacto das LEZs tem sido estudado sob muitas perspectivas, como os impactos na qualidade do ar (Holman *et al*., 2015), mudanças nas escolhas dos viajantes e aceitabilidade pública (Oltra *et al*., 2021).

Estimar o efeito real das LEZs na qualidade do ar é difícil devido às múltiplas interações de fatores como variáveis meteorológicas, mudanças na frota de veículos, outras políticas de transporte, composição do tráfego, mudanças nos fluxos de veículos próximos às estações de monitoramento e fatores econômicos como recessão e preços do petróleo (Holman, 2015).

No entanto, de acordo com os Regulamentos de Acesso Urbano na Europa (2019), as cidades onde uma LEZ foi implementada tiveram um impacto positivo na qualidade do ar. Conforme mencionado por Müller e Le Petit (2019), as LEZ são geralmente implementadas juntamente com outros tipos de medidas, como fornecer incentivos à utilização de alternativas de mobilidade mais limpas, tanto as pequenas empresas e comerciantes de veículos com emissões zero, quanto as famílias de baixa renda a comprar carros limpos, também considerando as regras especiais para residentes dentro da LEZ. Por exemplo, em Londres, Ellison *et al*. (2013), descobriram que a LEZ afetou a composição da frota de veículos ao aumentar a taxa de propriedade de veículos mais limpos. Recentemente, no caso de Madrid, Gonzalez *et al*. (2021) concluíram que as taxas de propriedade de automóveis são significativamente mais baixas em domicílios localizados dentro de uma LEZ. Este fenômeno também foi constatado nos arredores de Londres com a implementação da política Low-Traffic Neighbourhood (Aldred; Goodman, 2020).

As sondagens de opinião confirmam que os cidadãos apoiam a implementação da Zonas de Baixa Emissão (Müller; Le Petit, 2019). No entanto, devido às diversas medidas implementadas nas ZBEs, a aceitação pública pode mudar entre as cidades. Por exemplo, num estudo realizado em Madrid, Tarrino-Ortiz *et al*. (2021) descobriram que a aceitabilidade em relação à ZBE é explicada pelo impacto das restrições ao automóvel nos hábitos de mobilidade individuais e consciência ambiental.

Como pode ser observado, é necessário explorar mais profundamente o impacto de certas medidas de política urbana na sustentabilidade dos transportes, particularmente no caso das estratégias de Gestão de Estacionamento e ZBE (Gonzalez *et al.,* 2022) que indicam que estas medidas incentivaram os cidadãos a mudarem para modos de transporte mais sustentáveis. No entanto, os cidadãos com veículos mais ecológicos mostram-se relutantes em mudar para transportes públicos devido aos benefícios decorrentes da propriedade desses veículos, tais como a possibilidade de usufruir de estacionamento gratuito.

2.5 Jogos Educativos e a Promoção da Sustentabilidade Urbana

Na educação contemporânea, o "Game-Based Learning" (GBL), ou Aprendizagem Baseada em Jogos está popularizado como uma forma de melhorar a experiência de aprendizado. O GBL utiliza jogos para tornar a aquisição de conhecimento mais eficiente e desenvolver habilidades, mantendo o interesse e a motivação dos alunos. Em educação científica, ele é especialmente útil para envolver os alunos ativamente no processo de ensino-aprendizagem por períodos prolongados (Holik *et al*., 2024).

Vejamos alguns trabalhos sobre mobilidade urbana sustentável nas universidades do país.

O artigo intitulado "SANCA! um jogo de tabuleiro para promover a mobilidade sustentável em um campus universitário" apresenta o jogo SANCA!, uma ferramenta didática desenvolvida para abordar a questão da mobilidade sustentável em ambientes acadêmicos. O jogo foi desenvolvido por Bruna Figueiredo Evangelista e Antônio Nélson Rodrigues da Silva, ambos do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP). O projeto visa abordar a questão da mobilidade sustentável em ambientes acadêmicos, utilizando o jogo como uma ferramenta didática para engajar os alunos em um aprendizado ativo e reflexivo.

O principal propósito do jogo é engajar os alunos em um processo de aprendizado ativo, onde eles podem explorar e discutir soluções para problemas relacionados à mobilidade no campus universitário. A proposta é que os estudantes se tornem protagonistas de seu aprendizado, refletindo sobre o espaço que ocupam e as implicações de suas decisões (Evangelista; Rodrigues, 2023).

A estrutura do jogo envolve a interação entre os participantes, que assumem diferentes papéis, como alunos, professores e representantes da administração. A mecânica do jogo permite que os grupos de jogadores apresentem suas soluções após cada rodada, promovendo um ambiente de debate e troca de ideias. Essa abordagem não apenas desenvolve habilidades de resolução de problemas e trabalho em equipe, mas também incentiva a reflexão crítica sobre as alternativas apresentadas, contribuindo para um entendimento mais profundo dos conceitos de planejamento de transportes (Evangelista; Rodrigues, 2023).

A estética do jogo é cuidadosamente projetada para criar uma experiência envolvente e intuitiva. O design inclui um tabuleiro temático e cartas que representam diferentes situações e desafios relacionados à mobilidade. Além disso, um manual é disponibilizado para orientar os jogadores sobre as regras e objetivos do jogo. A aplicação preliminar do SANCA! em uma turma de graduação da Universidade de São Paulo (USP) demonstrou resultados positivos, com os alunos mostrando crescente interesse e interação ao longo das rodadas, o que reforça a eficácia do jogo como uma ferramenta de ensino inovadora (Evangelista e Rodrigues, 2023).

Já o artigo "Trilhas Urbanas, jogo de tabuleiro com soluções urbanas inovadoras, é lançado no Catarse", publicado no ArchDaily Brasil, apresenta um jogo de tabuleiro que visa promover a reflexão sobre questões urbanas de forma lúdica e colaborativa. Desenvolvido pela urbanista e arquiteta Beatriz Martinez, da FAU-USP, o jogo busca estimular a cooperação entre os participantes, incentivando a construção de cidadania e o debate sobre políticas públicas. A proposta é que, a cada jogada, os jogadores enfrentem desafios relacionados ao futuro das cidades, utilizando soluções inovadoras que foram testadas por urbanistas ao redor do mundo (Barros, 2023).

A mecânica do jogo envolve a criação de desafios por um jogador, enquanto os demais buscam soluções em suas cartas, defendendo suas escolhas com argumentos. A dinâmica é semicooperativa, pois, além de resolver os desafios individuais, os jogadores devem colaborar para solucionar problemas gerais da cidade. O jogo é projetado para ser acessível a crianças a partir de 7 anos, promovendo um ambiente de aprendizado que valida o conhecimento dos participantes e os encoraja a pensar criticamente sobre questões urbanas (Barros, 2023).

Esteticamente, "Trilhas Urbanas" se destaca por seu tabuleiro curvo e colorido, que representa a diversidade e a complexidade das cidades. As ilustrações vibrantes de Bruna Martins contribuem para a experiência visual e lúdica do jogo, tornando-o atraente e envolvente. O projeto, que é uma iniciativa da Pistache Editorial, foi desenvolvido ao longo de três anos e passou por diversas fases de prototipagem, envolvendo a participação de crianças e adultos em diferentes contextos (Barros, 2023).

Por fim, o artigo intitulado "MOBsbJr: Um jogo infanto-juvenil para explicar a mobilidade urbana em Brasília" foi desenvolvido por João Alexandre Ottoni de Carvalho e Gabriel Lima Jacinto, sob a orientação da Prof.ª Ana Paula Borba Gonçalves Barros, na Universidade de Ceilândia (UniCEUB). O projeto surgiu da necessidade de abordar os problemas de trânsito enfrentados nas cidades brasileiras, especialmente em Brasília, e visa promover uma mudança de mentalidade entre os jovens sobre a mobilidade urbana. A proposta é criar um jogo de tabuleiro que estimule a reflexão crítica sobre a relação entre os meios de transporte e os aspectos socioeconômicos da cidade.

A mecânica do jogo foi elaborada para ser cooperativa, permitindo que os participantes trabalhem juntos para superar os desafios da mobilidade urbana. Os jogadores são incentivados a analisar as diferentes opções de transporte e suas consequências, promovendo uma compreensão mais profunda das questões relacionadas ao trânsito. Durante o desenvolvimento, foram realizadas etapas metodológicas que incluíram discussões em grupo e a criação de regras, onde os jovens puderam expressar suas ideias e contribuir ativamente para a construção do jogo (Carvalho e Jacinto, 2018).

A dinâmica do MOBsbJr busca engajar os jovens de forma lúdica, utilizando elementos que facilitam a assimilação do conteúdo sobre mobilidade urbana. A estética do jogo foi pensada para ser acessível e atraente, garantindo que os jogadores se sintam motivados a participar. Ao final do processo, o jogo não apenas se tornou uma ferramenta educativa, mas também um meio de fomentar a consciência crítica dos jovens sobre a importância de escolhas conscientes em relação ao transporte, contribuindo para um futuro mais sustentável nas cidades (Carvalho; Jacinto, 2018).

Esses jogos sérios analógicos têm em comum o objetivo de educar os jogadores sobre a importância de tomar decisões que beneficiem o ambiente urbano. Porém, não foram

encontrados jogos sérios analógicos que abordem sobre os conceitos de ZBE ou LEZ e que abordem diretamente sobre a emissão de CO_2.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Classificação da Pesquisa

A pesquisa desenvolvida nesta dissertação pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com características exploratórias e descritivas. A pesquisa exploratória foi realizada para identificar o conhecimento prévio dos participantes sobre o uso de transportes sustentáveis e sua disposição para adotar essas alternativas no cotidiano. A fase descritiva buscou detalhar as interações dos participantes com o jogo sério, observando como ele poderia influenciar as atitudes e comportamentos relacionados ao transporte sustentável.

3.2 Técnica de Coleta de Dados

A técnica de coleta de dados utilizada na pesquisa foi o questionário, aplicado aos participantes, após a interação com o jogo sério. O questionário foi composto por três partes que tinham como objetivo mapear o perfil dos participantes e sua percepção sobre a qualidade do jogo. Na parte 1 explorou-se o perfil sociodemográfico dos participantes, considerando a instituição de ensino, a profissão ou área de atuação profissional, a faixa etária, o gênero, a frequência de utilização de jogos não digitais. Nas partes 2 e 3 foram contempladas a usabilidade e a experiência do jogador, respectivamente, como pode ser ver no formulário constante no Apêndice 1.

As partes 2 e 3 do questionário foram estruturadas de acordo com a Escala de Likert, que permitiu medir o grau de concordância ou discordância dos participantes em relação às afirmativas propostas. Os pontos da escala variavam entre 1 (discordo totalmente) e 5 (concordo totalmente), o que possibilitou uma análise detalhada das respostas.

O questionário foi aplicado aos participantes após a experiência do jogo, de forma *online*, permitindo que os participantes respondessem com maior flexibilidade de tempo. As respostas foram coletadas e armazenadas em plataforma digital, de forma a facilitar a organização e análise dos dados.

O MEEGA+ (Model for the Evaluation of Educational Games) é uma ferramenta que foi concebida e desenvolvida especificamente para medir características de um jogo sério com propósito educacional. Essa ferramenta inclui dezenas de modelos estatísticos para análise de dados imbuídos em planilhas automáticas que facilitam a sua utilização, diminuindo a necessidade de se saber trabalhar com estatística para realizar esses testes. Segundo as orientações deste modelo, com os dados preenchidos no formulário disponível em: https://forms.gle/17EYbCSboAisxGcEA, é preciso que se transfira os dados para Planilha de Análise, disponibilizada pelos autores do MEEGA+ através do link:

http://www.gqs.ufsc.br/files/2020/02/MEEGA-Planilha-dean%C3%A1lise-de-dados-portugu%C3%AAs-v2018.xlsx. As instruções de transferência dos dados do questionário para a planilha de Análise estão presentes no Apêndice 3 e no link: http://www.gqs.ufsc.br/files/2020/02/Instru%C3%A7%C3%B5espara-uso-da-Planilha-de-an%C3%A1lise-de-dados-do-modeloMEEGA.pdf.

3.3 Procedimento de Análise dos Dados

A análise dos dados coletados foi realizada por meio de métodos estatísticos e análise qualitativa utilizando o MEEGA+. Primeiramente, as respostas do questionário foram transferidas para uma planilha disponível no site do MEEGA+ e analisadas quantitativamente, com o auxílio de softwares de análise estatística, permitindo identificar padrões e tendências nas respostas dos participantes, como mencionado anteriormente.

3.4 Universo da Pesquisa

O público-alvo da pesquisa consistiu em alunos do curso de graduação do CEFET-RJ, Campus Nova Iguaçu, que utilizam diferentes formas de transporte no seu dia a dia, como transporte público, carro particular, bicicleta e caminhada para chegar ao Campus. Os participantes foram selecionados com base no seu interesse por temas relacionados à sustentabilidade ambiental e jogos de tabuleiro. A amostra foi composta por 08 participantes, que participavam da mostra profissional da Semana de Extensão e Pesquisa do CEFET-RJ, em outubro de 2024, no stand do Projeto PIXEL, no Campus Nova Iguaçu.

3.5 Limitações do Método

Apesar de ter oferecido valiosos insights sobre o impacto do jogo sério na promoção de transportes sustentáveis, o método utilizado apresenta algumas limitações. A principal limitação refere-se ao tamanho da amostra, que, por ser relativamente pequena, pode não representar de forma ampla as diferentes características da população urbana. Além disso, a abordagem de amostragem não probabilística limita a generalização dos resultados para toda a população.

Outro ponto que deve ser considerado é a dependência do autorrelato dos participantes. As respostas baseadas em escalas de Likert e questões abertas podem estar sujeitas a viés de resposta, como a tendência dos participantes em dar respostas socialmente desejáveis. A falta de observação direta dos comportamentos dos participantes também pode influenciar a precisão dos resultados.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DO JOGO

4.1 **Proposta do Jogo de acordo com os Passos do ME.D.I.E.V.A.L.**

4.1.1. Passo I - Identificar o problema e a motivação

Impactos negativos da poluição do ar e dos congestionamentos do tráfego nas cidades foram os problemas selecionados. Eles ocorrem devido ao uso excessivo de veículos que funcionam com combustíveis fósseis. A motivação é enfatizar os males da poluição do ar e promover práticas de mobilidade sustentável nas pessoas, ao escolher veículos de zero emissão de CO_2 como metrô, trem, bicicleta, bem como a escolha por modais de baixa emissão de CO_2 como o ônibus. Ter atitudes solidárias como o compartilhamento de viagens, incentivando o uso de transportes coletivos, evitando o uso de carros e motos que funcionam com combustível fóssil poderá reduzir a poluição e melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

4.1.2. Passo II - Inferir os objetivos para a solução

Este jogo tem por objetivo conscientizar e educar os estudantes sobre os conceitos de mobilidade urbana sustentável e zonas de emissão zero e baixa emissão de carbono, utilizando uma abordagem que incentive a utilização de meios de transporte sustentáveis, como bicicletas, transporte público como trem, metrô e ônibus, bem como veículos elétricos. Além disso, visa informar sobre os benefícios para o meio ambiente e para a saúde da população ao incorporar as práticas de mobilidade urbana sustentável, apresentando exemplos concretos que ilustrem os impactos positivos de escolhas de transporte mais ecológicas, promovendo uma compreensão profunda e uma atitude proativa em relação à mobilidade urbana sustentável.

A proposta visa a discussão em grupo, resolução de problemas e tomada de decisão. São usadas cartas de desafios e modos de transporte que exigem decisões estratégicas levando a análise do impacto das escolhas de transporte nas emissões no meio urbano. A partir do jogo é possível obter um feedback e reflexão, coletando dos jogadores melhorias contínuas do jogo. As discussões pós-jogo servem para refletir sobre as decisões tomadas e suas consequências, e reflexão sobre como as ZEZ e ZBE podem ser implementadas nas cidades.

As Zonas de Emissão Zero (ZEZ) e Baixa Emissão (ZBE) são temas centrais que o jogo aborda, incentivando os jogadores a refletirem sobre a importância de políticas de transporte sustentável. Através da interação e do feedback, os jogadores não apenas

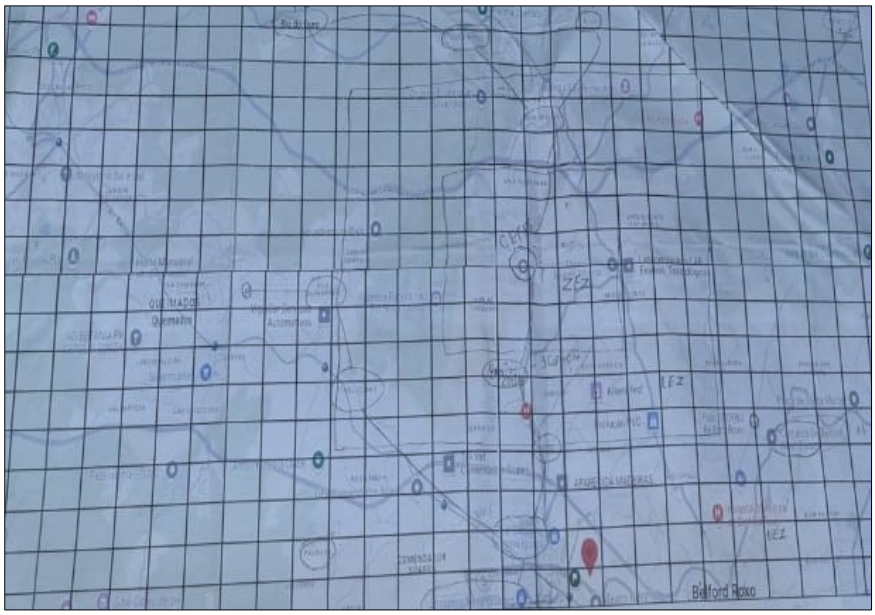
aprendem sobre os conceitos, mas também se tornam mais conscientes de seu papel na promoção de um ambiente urbano mais limpo e sustentável.

4.1.3. Passo III - Planejar o jogo que resolve o problema

Nesta etapa, foram desenvolvidas as características gerais do jogo analógico (jogo de tabuleiro), compreendendo a importância de lidar com os desafios do tráfego, incentivando o uso de transporte público e restringindo o tráfego de veículos poluente no trajeto dos bairros do município de Nova Iguaçu para o CEFET no mesmo município. Foram abordadas questões cruciais para a sua concepção, como a definição do gênero de estratégia, os personagens são os próprios jogadores e a plataforma de lançamento que é tabuleiro. Com base no problema do Passo I, e nos objetivos de aprendizagem do Passo II, iniciou-se o planejamento do jogo no Passo III.

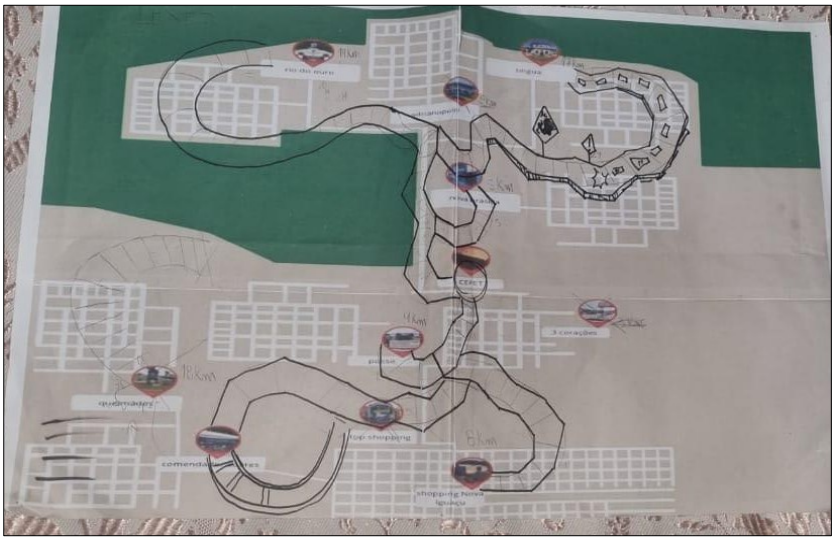
O jogo partiu inicialmente da ferramenta de localização Google Maps, onde a partir dos municípios da baixada fluminense buscou-se rodovias, ciclovias e ferrovias principais, criando assim o 1º protótipo, conforme a figura 1.

Figura 1 - Protótipo 1 do Tabuleiro



No segundo momento reduzimos a busca para 11 locais de saída dos municípios (TopShopping de Nova Iguaçu, Shopping Nova Iguaçu na Pedreira, Queimados, Comendador Soares, Tinguá, Rio D'Ouro, Nova Brasília, Posse, Adrianópolis, 3 corações e o CEFET a fim de obtermos uma ideia de trajetória dos alunos no percurso de suas casas até a escola. Foram analisados a quilometragem, e o tempo de viagem de cada veículo e, com o auxílio do aplicativo de computador, CANVA, foi elaborado o protótipo 2, conforme figura 2.

Figura 2 – Protótipo 2 do Tabuleiro feito no aplicativo CANVA



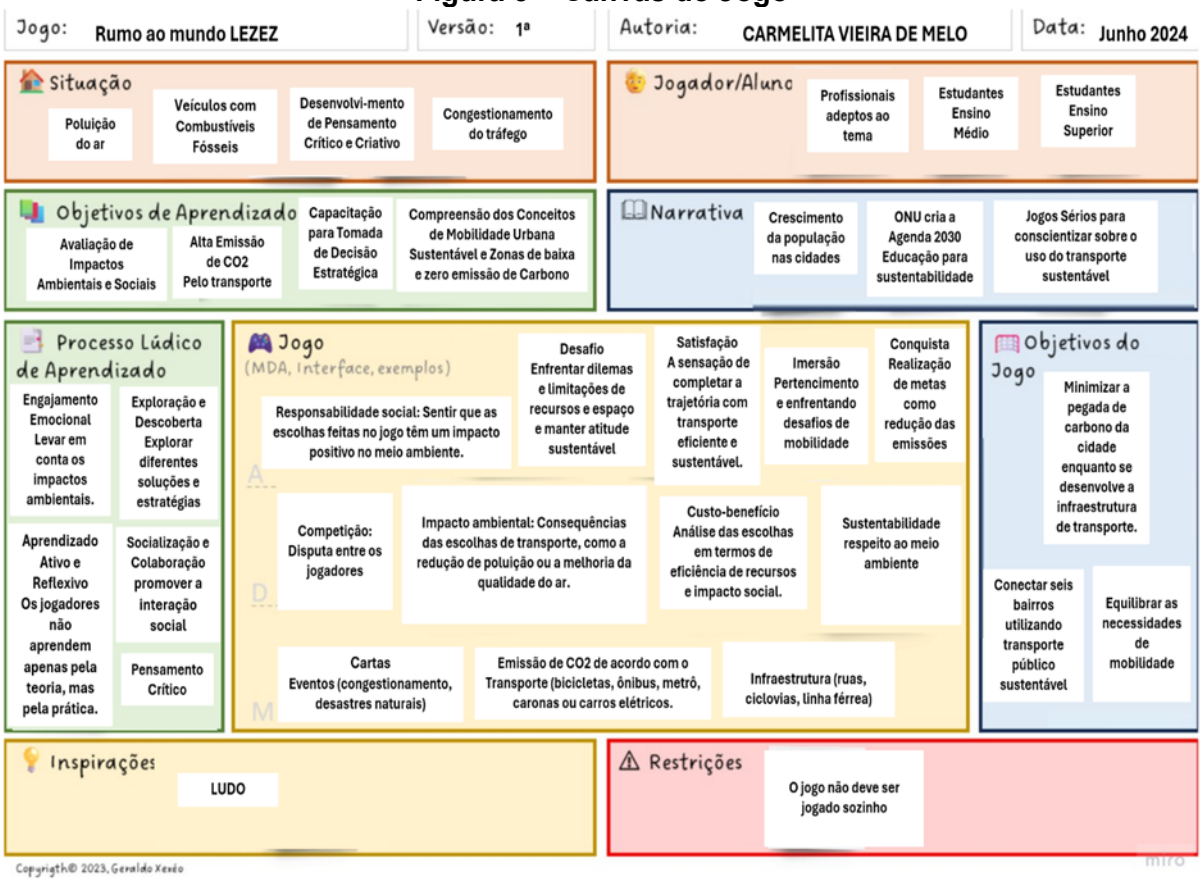
Foram escolhidos os locais de partida dos jogadores a partir de seis bairros: Comendador Soares, Tinguá, Rio D'Ouro, Nova Brasília, Posse e Centro, para que possa ser explorado os meios de transportes variados como trem, bicicleta, ônibus, carro e moto.

Os personagens são os próprios jogadores que desempenham um papel significativo, pois influenciam uns aos outros com suas ações, criando um interesse particular e agindo como protagonistas na condução das jogadas.

O cenário foi desenhado de maneira artesanal, criando um ambiente onde os eventos do jogo ocorrem. A atmosfera, o clima e a cultura do cenário foram pensados a fim de influenciar as reações e emoções dos jogadores. A arte feira a mão com desenho das trilhas e dos pontos de referência dos bairros deram um toque de criatividade e beleza ao tabuleiro

Por fim, a história do jogo, ou narrativa, foi planejada pensando em um jogo como o LUDO, com vias de acesso dos bairros de partidas até o CEFET onde cada casa da trilha pode ou não possuir paradas obrigatórias com bonificações e penalidades, além de cartas específicas ou retorno ao início do jogo. Cada carta traz uma informação que será demostrada no Passo IV. Isso permite que o avanço no jogo e o aprendizado, garantindo que o conteúdo pedagógico seja inserido de maneira gradual e eficaz.

Figura 3 – Canvas do Jogo



Fonte: Adaptado de Xexéo (2023)

4.1.4. Passo IV - Aplicar o Endo-GDC para uma visão holística do jogo

O Canvas deste jogo se propõe a ser uma ferramenta educativa, a fim de criar um jogo sério para conscientizar sobre a importância do transporte sustentável, além de capacitar os jogadores para tomar decisões estratégicas informadas.

Nesse Canvas específico são registrados: Situação, Jogador/Aluno, Objetivo de Aprendizado, Narrativa, Processo Lúdico de Aprendizado, o jogo (MDA) Mecânica, Dinâmica e Estética, Objetivos do Jogo, Inspirações e Restrições. A Figura 3 mostra o resultado do Canvas. Utilizou-se o Endo-GDC para que o jogo ofereça uma experiência completa e coesa, considerando não apenas a jogabilidade, mas também aspectos como as mecânicas, narrativa, componentes e aspectos visuais do jogo e como eles contribuem para um maior engajamento do jogador.

Ao analisar o CANVAS percebe-se uma situação que é da poluição do ar, causada principalmente pelos veículos que utilizam combustíveis fósseis como gasolina e diesel, é uma ameaça crescente à saúde humana e ao meio ambiente. Esses veículos emitem gases

poluentes, como CO_2, que contribuem para o aquecimento global e problemas respiratórios. Além disso, o aumento do tráfego gera congestionamentos, prolongando o tempo de exposição aos poluentes. Para enfrentar esse desafio, é fundamental desenvolver o pensamento crítico e criativo, incentivando soluções inovadoras, como o uso de veículos elétricos e o fortalecimento do transporte público, visando um futuro mais sustentável e saudável.

O jogador pode ser estudantes oriundos do Médio ou Ensino Superior, bem como profissionais adeptos ao tema.

Os principais objetivos de aprendizagem do jogo estão alinhados a avaliação dos impactos ambientais e sociais gerados pela alta emissão de CO_2, especialmente devido ao transporte. Os jogadores serão desafiados a compreender como as emissões dos veículos contribuem para a poluição do ar e as mudanças climáticas, além de analisar as consequências sociais, como os impactos na saúde pública e na qualidade de vida urbana. Por meio da capacitação para a tomada de decisão estratégica, os participantes serão incentivados a considerar alternativas sustentáveis para a mobilidade urbana, como veículos elétricos e sistemas de transporte público eficientes. O jogo também visa aprofundar a compreensão sobre os conceitos de mobilidade urbana sustentável e zonas de baixa e zero emissão de carbono, desafiando os jogadores a pensar em soluções inovadoras para a criação de cidades mais limpas e saudáveis, promovendo uma mobilidade que equilibre as necessidades humanas e a preservação ambiental.

Quanto a Narrativa podemos observar que com crescimento acelerado da população nas cidades, os desafios urbanos se tornaram cada vez mais complexos, especialmente em relação à mobilidade e ao impacto ambiental. Em resposta a esses desafios, a ONU criou a Agenda 2030, que estabelece metas globais para um desenvolvimento sustentável, visando melhorar a qualidade de vida e reduzir os danos ao meio ambiente. Nesse contexto, a educação para a sustentabilidade emerge como uma ferramenta essencial para conscientizar as futuras gerações sobre a importância do uso responsável dos recursos naturais. Uma das abordagens inovadoras para promover essa conscientização é o uso de jogos sérios, que engajam os jogadores em simulações sobre o transporte sustentável, incentivando a reflexão sobre soluções ecológicas e a adoção de práticas mais verdes nas cidades.

O objetivo do jogo é minimizar a pegada de carbono de uma cidade em crescimento, enquanto os jogadores desenvolvem e expandem sua infraestrutura de transporte. Durante o jogo, os participantes deverão conectar seis bairros utilizando sistemas de transporte público sustentável, como ônibus elétricos, metrôs e ciclovias. O desafio principal será equilibrar as necessidades de mobilidade da população, garantindo que o transporte seja eficiente e acessível, sem comprometer a sustentabilidade ambiental. Através dessa dinâmica, os

jogadores aprenderão a planejar soluções de transporte que promovam um futuro urbano mais limpo e com menor impacto ambiental.

O aprendizado lúdico do aprendizado é projetado para envolver os jogadores de maneira emocional, levando-os a considerar os impactos ambientais de suas decisões e ações. Ao explorar diferentes soluções e estratégias para melhorar a mobilidade urbana e reduzir a pegada de carbono, os jogadores têm a oportunidade de experimentar e descobrir alternativas sustentáveis de forma prática. O jogo favorece o aprendizado ativo e reflexivo, permitindo que os participantes aprendam através da prática, avaliando as consequências de suas escolhas no ambiente urbano. Além disso, promove a socialização e a colaboração entre os jogadores, incentivando a interação e o trabalho em equipe para encontrar soluções eficazes. O desenvolvimento do pensamento crítico é essencial, pois os jogadores são desafiados a questionar suas decisões, analisar diferentes perspectivas e considerar as implicações sociais e ambientais de cada ação, garantindo um aprendizado significativo e transformador.

O foco central do jogo é promover práticas sustentáveis, destacando a redução da poluição e da pegada de carbono nas cidades. Sendo assim a mecânica do jogo envolve a construção e gerenciamento de sistemas de transporte eficientes e ecológicos, como ônibus elétricos e ciclovias, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais. Já a dinâmica refere-se à competição entre diferentes modos de transporte, incentivando os jogadores a tomarem decisões estratégicas que resultem na escolha de opções mais sustentáveis, enquanto equilibram as necessidades de mobilidade com a preservação ambiental. Por fim, a estética do jogo promove a satisfação dos jogadores ao utilizar um transporte com baixa ou zero emissão de CO_2, ao mesmo tempo em que fortalece o engajamento emocional com a causa ambiental. O jogo não só oferece um aprendizado ativo e reflexivo sobre as escolhas de transporte, mas também desafia os jogadores a desenvolverem um pensamento crítico e criativo para encontrar soluções inovadoras.

Os jogadores são incentivados a explorar diferentes soluções para a mobilidade urbana, descobrir novas estratégias e interagir com outros participantes, promovendo a socialização e a colaboração. A minimização da pegada de carbono e a conexão entre bairros por meio de sistemas de transporte sustentável são objetivos centrais, abordando as consequências tanto ambientais quanto sociais das escolhas feitas. Dessa forma, o jogo busca não só entreter, mas também educar e capacitar os participantes para contribuir com a criação de cidades mais sustentáveis e com um futuro mais saudável.

O jogo tem uma restrição, pois não pode ser jogado sozinho e sua aparência e suas regras estão inspiradas no Jogo LUDO.

Sendo assim, uso do Canvas permite que os desenvolvedores de jogos sérios tenham uma visão clara e organizada do projeto, facilitando a comunicação entre a equipe e garantindo que todos os aspectos do jogo sejam considerados durante o desenvolvimento.

4.1.5. Passo V - Criar o GDD para detalhar as características planejadas

O Game Design Document (GDD) é um documento altamente descritivo que auxilia no design de um jogo, descrevendo todos os elementos que projetados para a versão final do projeto, tais como mecânicas, regras, narrativa, enredo, entre outros, e apresenta um plano de implementação. Dessa forma, um GDD é considerado por autores como Rogers (2013) “uma bíblia a partir da qual o produtor prega o objetivo, os designers defendem seus ideais e os artistas e programadores envolvidos recebem suas instruções e expressam seus conhecimentos”.

Descreveremos nesta etapa, um Documento de Design de Jogo (GDD) para documentar as regras do jogo, os componentes necessários, as mecânicas de jogo, os objetivos dos jogadores como a locomoção de emissão de CO_2 reduzida ou emissão zero em transporte sustentável, a gestão do tráfego e da poluição e os objetivos de cada missão e as condições de vitória.

Rumo ao Mundo LEZEZ é um jogo educativo que visa sensibilizar os participantes sobre a mobilidade urbana sustentável e suas implicações ambientais. O jogo se passa no município de Nova Iguaçu, localizado na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, e desafia os jogadores a escolherem meios de transporte sustentáveis para chegar ao Campus do CEFET. Ao longo do percurso, os jogadores enfrentam uma série de desafios que os forçam a refletir sobre as consequências de suas escolhas de transporte, com o objetivo de emitir a menor quantidade de CO_2 possível.

O jogo pode ser jogado por, no mínimo dois e, no máximo seis jogadores, com uma faixa etária recomendada a partir de 12 anos. A duração média do jogo é de 30 minutos a uma hora, dependendo da dinâmica dos participantes.

Objetivo do jogo

O objetivo principal é ensinar sobre a importância de optar por modais de transporte que impactam menos o meio ambiente, especialmente no contexto das grandes cidades brasileiras, onde as emissões de CO_2 provenientes do transporte urbano são uma das principais fontes de poluição. Ao mesmo tempo, o jogo permite que os jogadores explorem diferentes estratégias e tomem decisões baseadas nos modais de transporte que oferecem menores emissões.

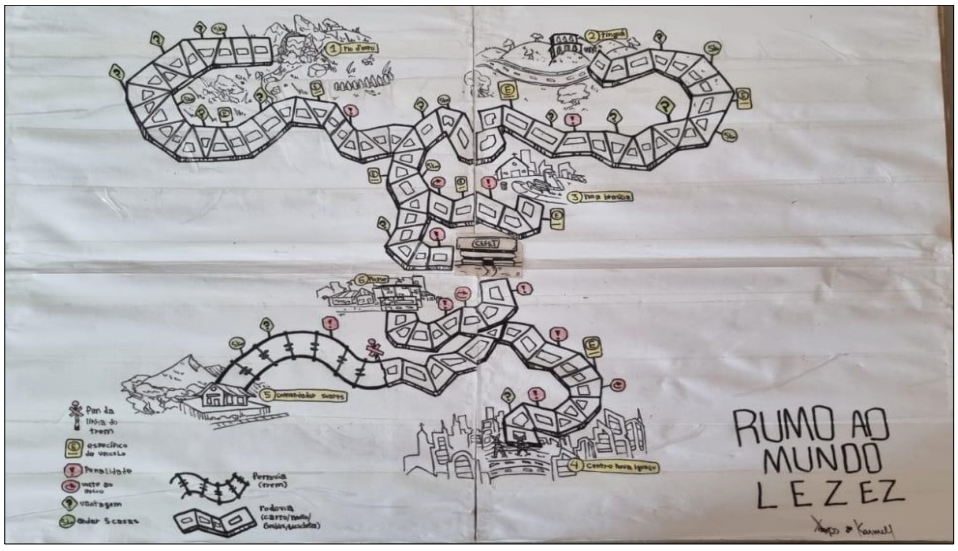
Componentes do jogo

Os componentes do jogo incluem um tabuleiro (Figura 4), que representa o trajeto entre diferentes bairros e o CEFET, um dado (Figura 7), e pinos coloridos (Figura 8) que identificam cada jogador. Além disso, há um conjunto de cartas que representam penalidades, bonificações e eventos específicos de cada meio de transporte, como ônibus, carro, moto, bicicleta e trem. Cada tipo de veículo tem uma carta que descreve suas características e o impacto ambiental que gera com suas emissões de CO_2, conforme demonstrado nas figuras 9,10,11,12 e 13. Além disso, o jogo conta com cartas "Rola e Escreve", onde os jogadores devem registrar o modal escolhido, a quantidade de CO_2 emitido e o número de casas percorridas durante cada rodada. Figura

Para criação do jogo foram utilizadas as seguintes tecnologias: seis pinos de um jogo de tabuleiro clássico feito de acrílico (Figura 8), um dado (Figura 7), um tabuleiro com a imagem de uma estrada desenhada à mão em folha A4, colada no papelão e plastificada com durex (Figura 4). Foram criadas cartas de ação e de acompanhamento do jogo feitas de papel ofício e recortada que estão atreladas aos modais de transportes, penalidades, bonificações, especificas de cada transporte e rola-e-escreve (Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18 e 23). Foi utilizado o do computador para imprimir as mensagens das cartas de ação (Figuras 15, 17, 19, 20, 21 e 22).

A estética pode ser percebida através do jogo desenhado à mão de maneira artesanal (cartas e tabuleiro) (Figuras 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18 e 23). Somente as mensagens que constam nas cartas-ação que foram impressas.

Figura 4. Protótipo 3 do Tabuleiro desenhado em papel A4

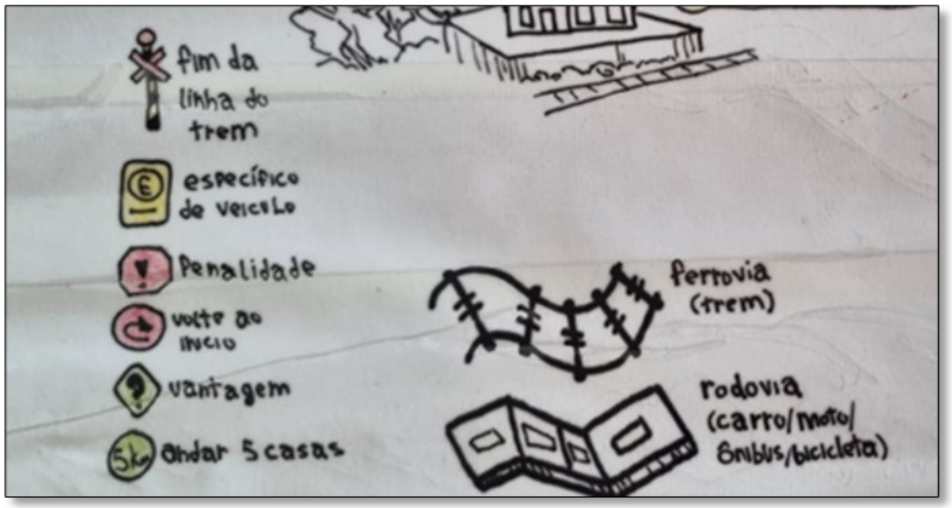


Configuração inicial do jogo

O jogo sério proposto se constitui da seguinte mecânica: existem 6 bairros na cidade de Nova Iguaçu que funcionarão como o ponto de partida para os jogadores que são: Posse, Rio d'Ouro, Tinguá, Nova Brasília, Centro e Comendador Soares. Todos os jogadores escolhem uma carta de localização, (Figura 6), que definirão os locais de partida.

Antes de iniciar a partida, o jogador sorteia a carta de sua localidade (Figura 6) e escolhe a cor do pino (Figura 8) que representa o jogador e possuem as seguintes cores: amarelo, azul, verde vermelho, preto ou branco que irá ser colocado no local de partida no tabuleiro (Figura 4). Existe uma legenda no tabuleiro para compreender as vias e sinalizações no caminho, (Figura 5).

Figura 5. Legenda do Tabuleiro



As cartas de localização (Figura 6) têm informações sobre o bairro, tempo médio, de acordo com o transporte escolhido baseada nas informações do GoogleMaps.

Figura 6 - Cartas de Localização e Partida



Informações iniciais da jogada

Após definir os pontos de partida, todos os jogadores devem rolar o dado. O jogador com o maior número começa o jogo e a ordem segue no sentido horário

Figura 7 dado



Figura 8 - Pinos



Cada jogador recebe, no início da rodada as cartas com as informações sobre os modais de transporte que são: Ônibus, Bicicleta, Moto, Carro e Trem. Cada tipo de veículo tem uma carta que descreve suas características e o impacto ambiental que gera com suas emissões de CO2, conforme demonstrado nas figuras 9,10,11,12 e 13. Além disso, recebe também, uma carta “Rola-e-Escreve” (Figura 23) que deverá registrar seu nome e, a cada rodada, descrever o modal usado e quantidade de CO_2 emitida em g/km. Esses dados serão importantes para a conclusão do jogo.

Veículos e emissões

No contexto do jogo de emissão de CO_2, a utilização das cartas com valores ajustados para veículos como ônibus, carros e motos visa facilitar a dinâmica de jogo e, ao mesmo tempo, promover um entendimento mais intuitivo sobre as emissões de gases poluentes no transporte. No mundo real, conforme os dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA), um ônibus emite 1,1g de CO_2 por passageiro por quilômetro, enquanto um carro emite 1,2g e uma moto emite 30g. No entanto, esses valores são difíceis de aplicar diretamente no jogo, principalmente pela disparidade entre os números, o que dificultaria a comparação e a experiência de jogabilidade.

Por isso, foram feitos ajustes nos valores de emissão para os veículos no jogo: 30g para a moto, 15g para o carro e 5g para o ônibus. Esses ajustes têm como objetivo proporcionar uma dinâmica de jogo mais equilibrada, mantendo a proporcionalidade entre as emissões de cada tipo de veículo, mas também considerando as características deles no mundo real. A proporção entre os valores ajustados (5 para o ônibus, 15 para o carro e 30 para a moto) reflete a maior eficiência do ônibus no transporte de passageiros, já que ele transporta muitas pessoas, o que, na prática, resulta em uma emissão menor por passageiro em comparação ao carro e a moto, mesmo que ambos tenham emissões individuais um pouco mais altas.

Figura 9 - Carro – Carta Vermelha - Alta Emissão de CO_2



Figura 10 - Moto - Carta Laranja - Elevada Emissão de CO_2



*

Figura 11 - Ônibus – Carta Verde - Baixa Emissão de CO_2



Figura 12 - Bicicleta – Carta Azul - Emissão zero de CO_2



Figura 13 - Trem – Carta azul - Emissão zero de CO_2



A bicicleta pode ser utilizada por no máximo 5 rodadas durante o jogo. Após esse limite, o jogador deverá, obrigatoriamente, escolher outro veículo para seguir adiante, forçando uma diversificação na escolha de veículos e estratégia.

O trem (Figura 13) só pode ser utilizado pelo jogado que caiu em Comendador Soares, obrigatoriamente, conforme demonstrado no tabuleiro (Figura 4).

Embora o valor de emissão de CO_2 do carro e do ônibus seja quase o mesmo na realidade, o ônibus leva muito mais pessoas, e, portanto, acaba emitindo menos CO_2 por passageiro. Isso é refletido no jogo de maneira proporcional, com o valor do ônibus sendo o menor entre os três, justamente para representar sua maior capacidade de transporte e, consequentemente, menor impacto ambiental por passageiro.

Movimento e Obstáculos no Caminho

Ao iniciar a jogada o jogador irá anotar na Carta “Rola-e-Escreve” o modal escolhido e rolar o dado e andar o número de casas de acordo com o número do dado, adicionando o número de casas que está descrita na carta do modal. Exemplo: se o jogador escolher o modal carro e rolou o dado e caiu 4, ele vai andar 4+3 casas, totalizando 7 casas com destino ao CEFET.

Há um conjunto de cartas que representam penalidades, bonificações e eventos específicos de cada meio de transporte.

O jogador ao parar na casa sinalizada conforme a legenda (Figura 5) deverá pegar uma carta de ação. (Figuras 14, 15, 16, 17, 18).

Figura 14 - Carta de Penalidade



Figura 15 - Pena cumprir

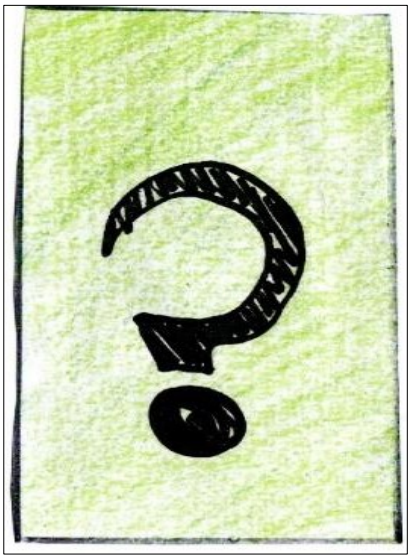


Figura 16 - Carta de Bonificação

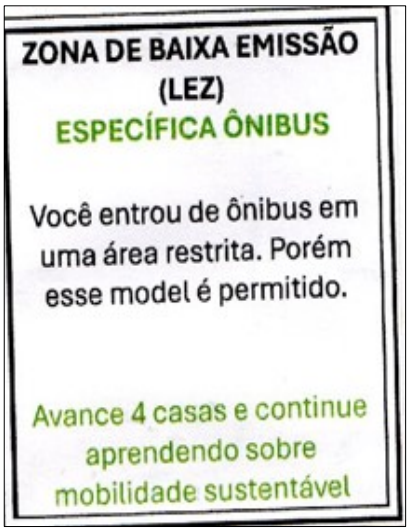
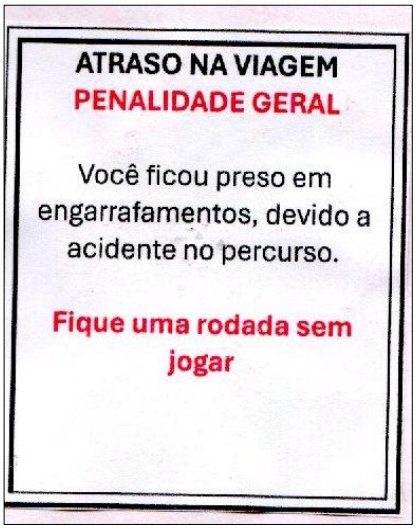
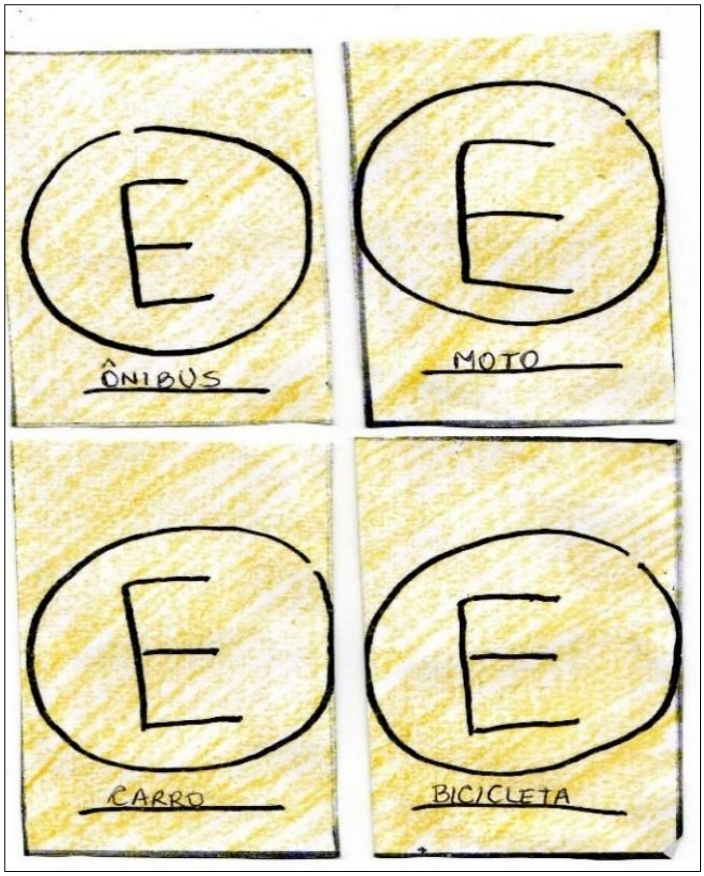


Figura 17 - Bônus recebido



Tem outra placa de ação sinalizada na cor amarela com a letra “E” que significa que o jogador deverá pegar uma carta “Específica” do transporte que está utilizando naquela rodada. Existem cartas com tarefas específicas para cada modal como mostra a figura 18.

Figura 18 - A carta Específica (E) (Ônibus, Moto, Carro, Bicicleta)



A carta Específica E, sempre irá beneficiar quem usa ônibus e bicicleta e penalizará quem utiliza moto e carro.

O objetivo dessas cartas são de conscientizar sobre as políticas relacionadas à mobilidade urbana sustentável, eventos ambientais desfavoráveis, consciência ambiental e conceitos sobre LEZ e ZEZ, como demonstrado nas figuras: 19, 20, 21 e 22. O aluno deverá ler em voz alta as informações que constam em cada carta de ação, senão ficar

Figura 19 - Específica de Carro



Figura 20 - Específica de Moto



Figura 21 - Específica de Ônibus

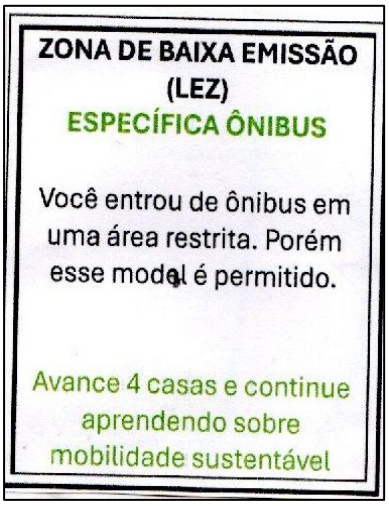
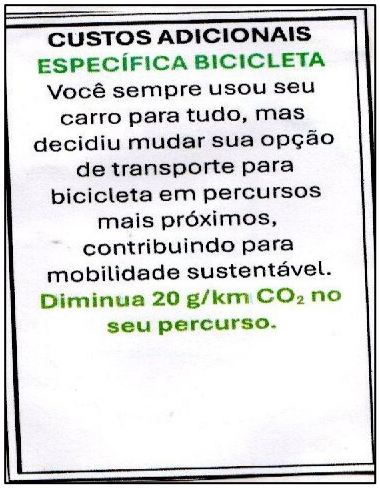


Figura 22 - Específica Bicicleta



Durante o jogo, os jogadores avançam conforme o dado e as regras do veículo escolhido, porém podem encontrar diferentes tipos de casas especiais no tabuleiro que estão definidas na legenda (Figura 5):

- E - Evento Específico do Veículo: O jogador deve pegar uma carta de “Evento Específico” que pode ser uma vantagem ou desvantagem, dependendo do veículo que está sendo utilizado naquela rodada.
- **!** - Penalidade: O jogador pega uma carta de “Penalidade Geral” que impõe uma penalidade, independentemente do veículo em uso.
- Retorno ao Início: Se um jogador cair nessa casa, ele deve voltar ao ponto de partida e recomeçar o jogo.
- ? - Bonificação: O jogador pega uma carta de “Vantagem Geral” que concede algum benefício, independentemente do veículo.
- 5km - Avanço Rápido: Se o jogador cair nessa casa, ele pode avançar 5 casas adicionais. Nesta casa, o veículo não emitirá CO_2 ao andar as 5 casas extras, pois o jogador deu uma carona solidária (no caso de carro, moto e bicicleta) ou pegou uma carona (no caso do ônibus).

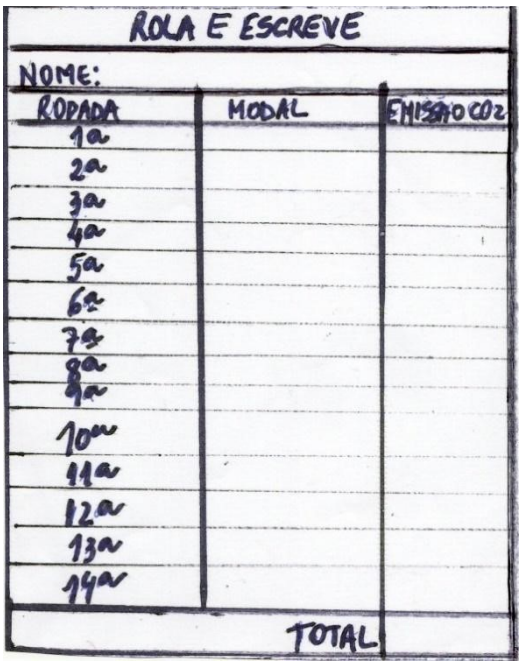
Quando o jogador cai em uma casa com “E”, “!”, ou “?”, ele deve pegar a carta correspondente e cumprir o que se pede, finalizando sua jogada.

Anotação de Emissões

Para controlar toda as emissões de CO_2 durante as rodadas, foi criada a Carta “Rola-e-Escreve” onde os jogadores irão registrar a cada rodada, o modal escolhido e a quantidade

de CO_2 emitida, adicionando ou subtraindo as emissões de carbono durante o deslocamento dos seus bairros até o destino. O aluno que esquecer de anotar a rodada ficará uma partida sem jogar. No final do jogo somará todas as emissões para comparar com os demais colegas.

Figura 23 – Carta Rola-e-Escreve



Condições de Vitória

O jogo termina quando todos os jogadores chegam ao CEFET. Inicia-se a contagem dos pontos. O vencedor é determinado com base em três critérios:

1º O jogador com a menor emissão CO_2 somados no “rola-e-escreve”

2º Acréscimo de pontos pela ordem de chegada como relação abaixo:

- 1º lugar: 5 pontos de CO_2
- 2º lugar: 4 pontos de CO_2
- 3º lugar: 3 pontos de CO_2
- 4º lugar: 2 pontos de CO_2
- 5º lugar: 1 ponto de CO_2

6º lugar: 0 pontos de CO_2

3º Os jogadores também ganham pontos de bônus por usar uma variedade de veículos ao longo do jogo, o que promove uma estratégia mais dinâmica: Usar 3 ou mais tipos de veículos durante o jogo: -5 pontos de CO_2.

O manual completo com as regras do jogo consta no Apêndice 1

4.1.6. Passo VI - Escolher a *Engine* mais adequada

O ME.D.I.E.V.A.L. tem um passo que se concentra na escolha da *Engine*, adaptado para pensar na tecnologia do jogo. Foram utilizados diversos materiais e técnicas de design na criação deste jogo, visando oferecer aos jogadores uma experiência tátil agradável.

Foi planejado usar um tabuleiro feito de papelão, com um cenário desenhado a mão, em folha de papel A4, com as principais rodovias e ferrovias do município, baseado na geografia do "*GoogleMaps*", que retrata áreas da região de Nova Iguaçu, próximas ao CEFET-RJ, como:1. Rio d'Ouro, 2. Tinguá, 3. Nova Brasília, 4. Centro de Nova Iguaçu 5. Comendador Soares 6. Posse (Figura 4).

As trilhas foram criadas da seguinte forma: Cada localidade tem uma quilometragem do local de partida até o CEFET. A quilometragem de cada bairro foi multiplicada por 2 para criar o número de casas para um maior deslocamento.

1. Rio D'ouro -14km (28 casas)
2. Tinguá -17 km (34 casas)
3. Nova Brasília - 5 km (10 casas)
4. Centro de Nova Iguaçu - 8 km (16 casas)
5. Comendador Soares - 8km (16 casas)
6. Posse - 4 km (8 casas)

4.1.7. Passo VII - Desenvolver o software e os *assets*

Por se tratar um jogo sério de tabuleiro, ou seja, analógico, e não digital, esse passo não será realizado, pois se propõe a descrever a programação, configuração do jogo, a *engine* e a criação das imagens e efeitos sonoros de jogos digitais. Mas foram demonstradas as características, ou *assets* do jogo de tabuleiro no Passo IV de criação do GDD e no Passo VI da *engine* foi explicada a tecnologia usada neste jogo sério analógico.

4.1.8. Passo VIII - Jogar o jogo e colher feedback

O protótipo do jogo sério de tabuleiro: "Rumo ao Mundo LEZEZ" foi finalizado e, a partir desse ponto, iniciou-se a fase de testes com os estudantes, com o objetivo de coletar *feedback* sobre a experiência oferecida. Esse processo se deu na Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão (SEPEX) que aconteceu no período de 14 a 18 de outubro de 2024, evento anual promovido pelo CEFET-RJ, em todos os seus campi, cujo propósito é proporcionar um espaço de integração, reflexão e aprendizagem, envolvendo tanto a comunidade acadêmica quanto o público externo.

Durante o evento, alunos da graduação, participantes do Projeto PIXEL, coordenado pelo Professor Marcus Parreiras, onde expunham seus próprios jogos digitais, participaram do teste do jogo de tabuleiro: "Rumo ao mundo LEZEZ" e ao final das jogadas receberam o

link do formulário a fim de preencher a avaliação sobre o jogo, abordada no Passo IX, que descreve o processo de desenvolvimento descrito no projeto ME.D.I.E.V.A.L.. Pode-se observar nas figuras 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30, o momento de interação com os jogadores.

Figura 24 – Grupo de alunos Jogadores



Figura 25 – Orientando o 1º grupo



Figura 26 – Iniciando a Partida



Figura 27 – Jogando com 1º grupo



Figura 28 – Anotando no “Rola e Escreve”



Figura 29 – Jogando com o grupo 3



Figura 30 - Estudantes que jogaram o LEZEZ



Esse momento foi extremamente significativo, pois proporcionou a oportunidade de observar os alunos jogando e se envolvendo com o jogo de forma espontânea. A sensação de prazer e descontração demonstrada pelos estudantes durante o jogo, bem como as aprendizagens observadas e sugestões de melhorias reforçaram a importância e o potencial do artefato desenvolvido

Esse feedback ao vivo trouxe maior credibilidade ao jogo sério analógico criado como ferramenta educativa, consolidando a confiança no impacto positivo que ele pode proporcionar aos futuros jogadores na disseminação do conhecimento sustentável.

4.1.9. Passo IX - Aplicar o MEEGA+ para testar o jogo

Nesse passo, os dados foram coletados através do link disponível no Google Formulário e aplicados a oito jogadores presentes no estande do Projeto Pixel, em outubro de 2024.

O questionário utilizado para avaliar a qualidade do Jogo Sério "RUMO AO MUNDO LEZEZ", encontra-se no Apêndice 2, dividido em quatro seções: 1) perfil do participante; 2) usabilidade; 3) experiência do jogador; 4) objetivos de aprendizagem; 5) opinião geral sobre o jogo e sugestões.

Os resultados da avaliação dos jogadores referentes ao jogo sério “Rumo ao mundo LEZEZ”, será apresentado nas discussões do Capítulo 5.

4.1.10. Passo X - Publicar o jogo e os resultados

A proposta do jogo foi apresentada em formato de artigo “Proposta de utilização de um Jogo Sério para aprendizagem sobre Zonas de Zero e Baixa Emissão” para a comunidade científica e para publicação nos Anais do Congresso promovido pela XXIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital SBGames (Figura 31, 32 e 33), na trilha “Arte e Design”.

O SBGames é o maior evento acadêmico da América Latina na área de Jogos e Entretenimento Digital e foi realizado em Manaus/AM, no período de 30 de setembro a 03 de outubro de 2024.

Figura 31 - Apresentação do Artigo no SBGames Manaus/AM



Figura 32 - Apresentando artigo

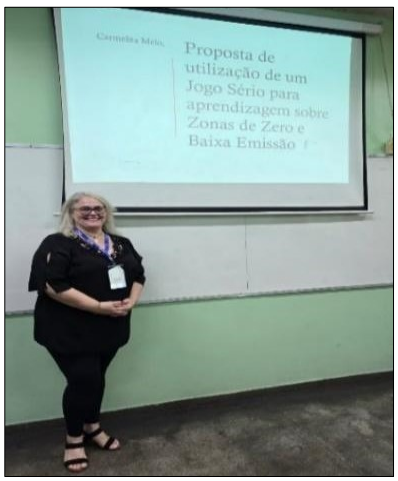


Figura 33 - Certificado



A participação no SBGames/2024 foi crucial para a continuidade e conclusão desse trabalho, pois foi uma imersão em jogos e o letramento a partir da vivência e experiências de aprendizagens junto aos pesquisadores de Jogos Sérios das universidades do Brasil e participação de oficinas de prototipagem e de teste de jogos, que muito contribuiu para a criação do jogo sério analógico deste estudo.

CAPÍTULO 5 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os jogadores opinaram sobre diferentes aspectos quanto a: “Experiência do Jogo” são elas: confiança, desafio, satisfação, interação social, diversão, atenção focada, relevância e percepção de aprendizagem. Outro aspecto avaliado foi quanto a “Usabilidade” como: estética, aprendizibilidade, operabilidade e acessibilidade.

Conforme mencionado no passo IX, foi utilizado o modelo MEEGA+, para avaliar a qualidade deste jogo educativo, levando em consideração a experiência do jogador e usabilidade. O formulário foi elaborado e disponibilizado aos jogadores para que ao final do jogo o avaliasse. Desenvolveu-se um instrumento de medição, anteriormente mencionado onde o formato de resposta para cada um dos itens do instrumento de medição é baseado em uma escala de Likert de 5 pontos. Nessa escala, o participante indica seu grau de concordância ou discordância com uma afirmação, escolhendo um ponto em uma escala de cinco opções (por exemplo: discordo totalmente, discordo, indiferente, concordo e concordo plenamente), como podemos observar nas tabelas 2 (pag.64) e 3 (pág. 68). Abaixo iremos descrever os resultados desta pesquisa onde foi retirada a mediana das respostas.

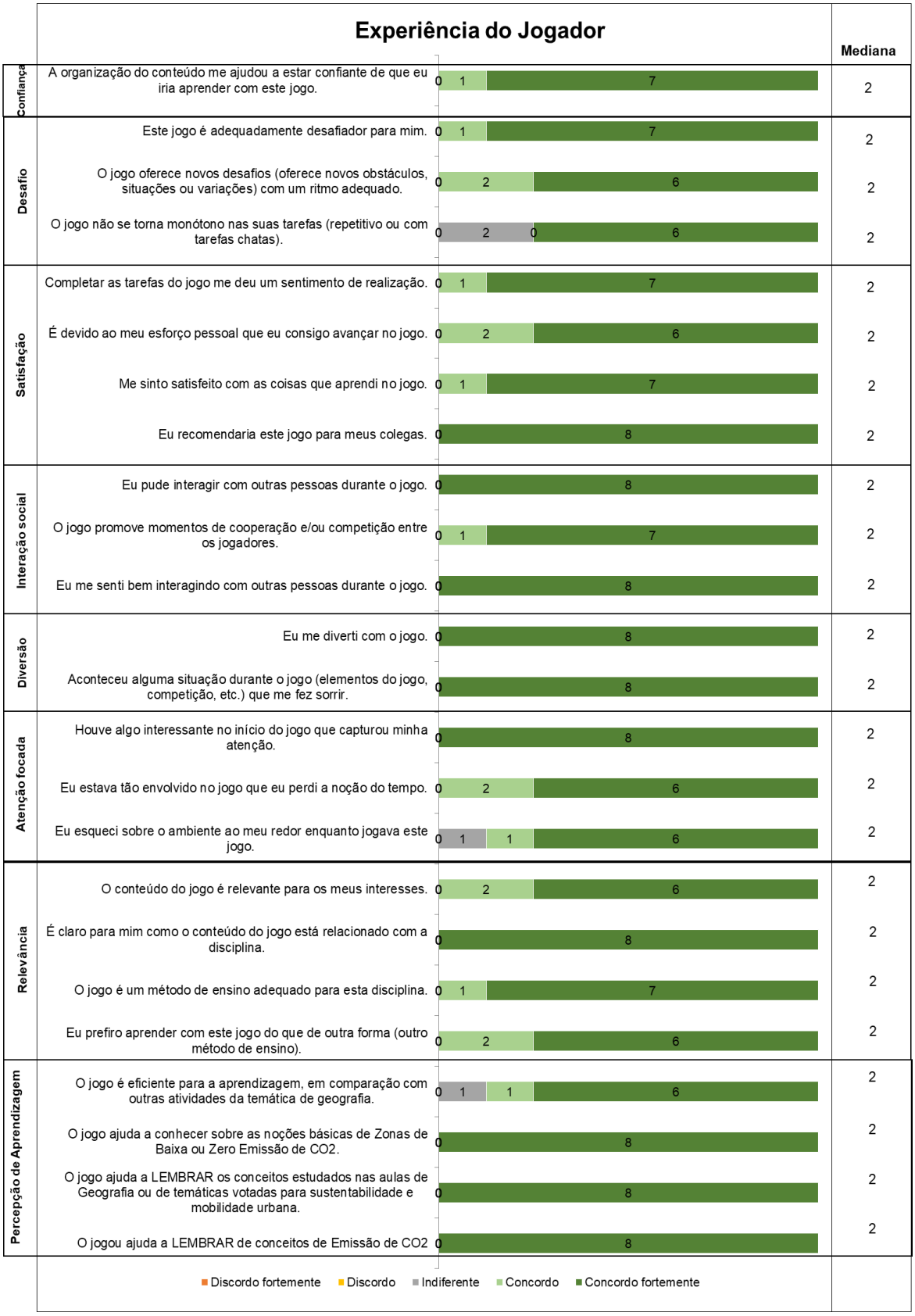
5.1 A Experiência promovida pelo Jogo

Neste critério podemos observar na tabela 2 (pág. 64) que a mediana se manteve dois em todas as dimensões, isso significa que a maior parte dos jogadores marcaram que concordam totalmente. Analisaremos as dimensões a seguir:

A dimensão de Confiança também foi bem recebida pelos participantes. A organização do conteúdo do jogo contribuiu para que os jogadores se sentissem confiantes em sua capacidade de aprender com a experiência. A clareza do material e a estruturação das informações parecem ter desempenhado um papel crucial nesse aspecto, permitindo que os participantes entendessem como o jogo se relaciona com os conceitos pedagógicos abordados.

Nas respostas abertas, um jogador comentou "Adorei a forma de ensino, é uma ótima forma de conscientização." Essa observação demonstra que a estrutura do jogo não apenas inspira confiança, mas também motiva o aprendizado de maneira eficaz. Outro ponto notável é a ausência de feedback negativo diretamente relacionado à confiança, o que reforça que o jogo atende às expectativas nessa dimensão.

Tabela 2 – Experiência do Jogador



Fonte: Autoria própria

A percepção do desafio foi variada, com a maioria dos participantes considerando o jogo adequadamente desafiador, mas sem ser frustrante. O ritmo foi destacado como apropriado, com novos obstáculos sendo apresentados de maneira progressiva. No entanto, algumas críticas surgiram em relação ao equilíbrio de dificuldade em determinadas mecânicas, que podem impactar a percepção de desafio para diferentes jogadores.

Nas respostas abertas, um jogador relatou "A alternância entre os veículos poderia ser obrigatória para evitar monotonia". Outro destacou que "Por ter um caminho com 3 placas vermelhas e nenhuma placa verde, o jogador fica limitado".

Esses comentários sugerem que, embora o jogo seja desafiador de maneira geral, ajustes no balanceamento poderiam proporcionar uma experiência mais justa e consistente entre os participantes.

Apesar dessas observações, a maioria dos jogadores destacou que o jogo mantém o engajamento sem se tornar monótono ou repetitivo, o que é um ponto positivo significativo.

A dimensão de Satisfação foi uma das mais bem avaliadas. Os participantes relataram altos níveis de realização ao completar as tarefas do jogo e sentiram que seus esforços pessoais foram recompensados. Além disso, a maioria dos jogadores afirmou que recomendaria o jogo para colegas e amigos, reforçando a percepção de valor e prazer na experiência.

Nas respostas abertas, um participante afirmou "Adorei jogar, de fato faz repensar sobre as idas de carro e ônibus". Outro comentou "Gostei muito do jogo e o achei muito interessante".

Esses relatos destacam que o jogo foi bem-sucedido em proporcionar não apenas aprendizado, mas também satisfação pessoal ao longo da experiência.

Poucos ou nenhum feedback negativo foram registrados nesta dimensão, indicando que os aspectos de satisfação do jogo foram amplamente atendidos.

A interação social foi outro aspecto amplamente destacado pelos jogadores, que relataram momentos de cooperação e competição durante o jogo. A dimensão foi avaliada positivamente, com os participantes mencionando que o jogo promoveu um ambiente propício para interações sociais significativas.

Um jogador destacou "O jogo promove cooperação, mas regras podem melhorar a igualdade entre jogadores."

Esse comentário sugere que, embora a interação social seja um ponto forte, ajustes no balanceamento das regras poderiam aprimorar ainda mais essa dinâmica. No geral, os relatos apontam que o jogo cumpriu bem seu papel de estimular interações entre os jogadores, contribuindo para uma experiência coletiva enriquecedora.

A dimensão de Diversão foi uma das mais bem avaliadas pelos participantes, com a maioria afirmando que se divertiu durante o jogo. Situações engraçadas e momentos

inesperados foram frequentemente relatados como pontos altos da experiência, demonstrando que o jogo conseguiu criar uma atmosfera leve e engajante. Esse aspecto é crucial para manter os jogadores motivados, especialmente em um contexto pedagógico.

Nas respostas abertas, diversos jogadores destacaram o quanto o jogo foi divertido. Um participante *comentou: "O jogo é bem fácil, cativante e esclarecedor. O que mais gostei foi a sua aleatoriedade, depende das suas escolhas, você pode ganhar mesmo estando no mais distante. O jogo é bem pensado e, isso foi crucial para que fosse justo e divertido." Outro relatou: "Achei o jogo muito divertido." Esses comentários reforçam que o jogo conseguiu equilibrar diversão e aprendizado de maneira eficaz.*

Além disso, as situações que geraram sorrisos ou risadas foram apontadas como elementos que enriqueceram a experiência. Um jogador mencionou: "Momentos de azar me fizeram rir e continuar jogando." Esse tipo de envolvimento emocional demonstra que o jogo consegue criar momentos memoráveis para os participantes, aumentando seu impacto geral.

Não houve relatos significativos de monotonia ou frustração nesta dimensão, indicando que o jogo atendeu bem às expectativas relacionadas à diversão. No geral, os participantes expressaram grande satisfação com o aspecto lúdico da experiência, consolidando a diversão como uma das principais forças do jogo.

A dimensão de Atenção Focada foi amplamente bem avaliada, com os participantes relatando alto nível de engajamento e imersão durante o jogo. Muitos afirmaram que se sentiram tão envolvidos na experiência que perderam a noção do tempo e esqueceram do ambiente ao redor, o que demonstra a capacidade do jogo de capturar e sustentar a atenção dos jogadores.

Nas respostas abertas, um jogador afirmou: "Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção." Outro destacou: "Fiquei tão envolvido que perdi a noção do tempo." Esses relatos reforçam que a temática e as mecânicas do jogo foram suficientemente atraentes para manter os jogadores engajados por longos períodos, o que é essencial em uma proposta pedagógica.

Não foram registradas críticas nesta dimensão, indicando que o jogo conseguiu equilibrar sua complexidade e ritmo para manter a atenção dos participantes de maneira consistente. A imersão relatada é um indicativo de que o jogo atingiu seus objetivos de engajamento e concentração.

A relevância foi uma dimensão amplamente destacada pelos participantes, que perceberam uma forte conexão entre os conteúdos abordados no jogo e os temas relacionados à disciplina, como sustentabilidade e mobilidade urbana. Muitos afirmaram que o jogo é um método eficaz para aprender sobre os tópicos discutidos, destacando sua aplicabilidade prática e seu alinhamento com interesses pessoais e acadêmicos.

Nas respostas abertas, um jogador comentou: "O conteúdo foi muito bem relacionado com a sustentabilidade." Outro afirmou: "Prefiro aprender com este jogo a de outra forma." Esses relatos demonstram que o jogo foi bem-sucedido em contextualizar seus conceitos dentro de um cenário educativo relevante e atrativo.

Além disso, a percepção de que o jogo é um método de ensino adequado foi reforçada por vários participantes, indicando que ele pode ser uma ferramenta pedagógica valiosa. A forte identificação dos jogadores com os temas abordados sugere que o jogo conseguiu traduzir conteúdos complexos em uma experiência acessível e envolvente.

A dimensão de Percepção de Aprendizagem foi um dos maiores destaques do jogo, com os participantes relatando que ele foi eficiente para a aprendizagem de conceitos relacionados à geografia, sustentabilidade e emissões de CO_2. Os jogadores expressaram confiança em sua capacidade de entender, lembrar e aplicar os conhecimentos adquiridos durante o jogo, evidenciando o sucesso da proposta pedagógica.

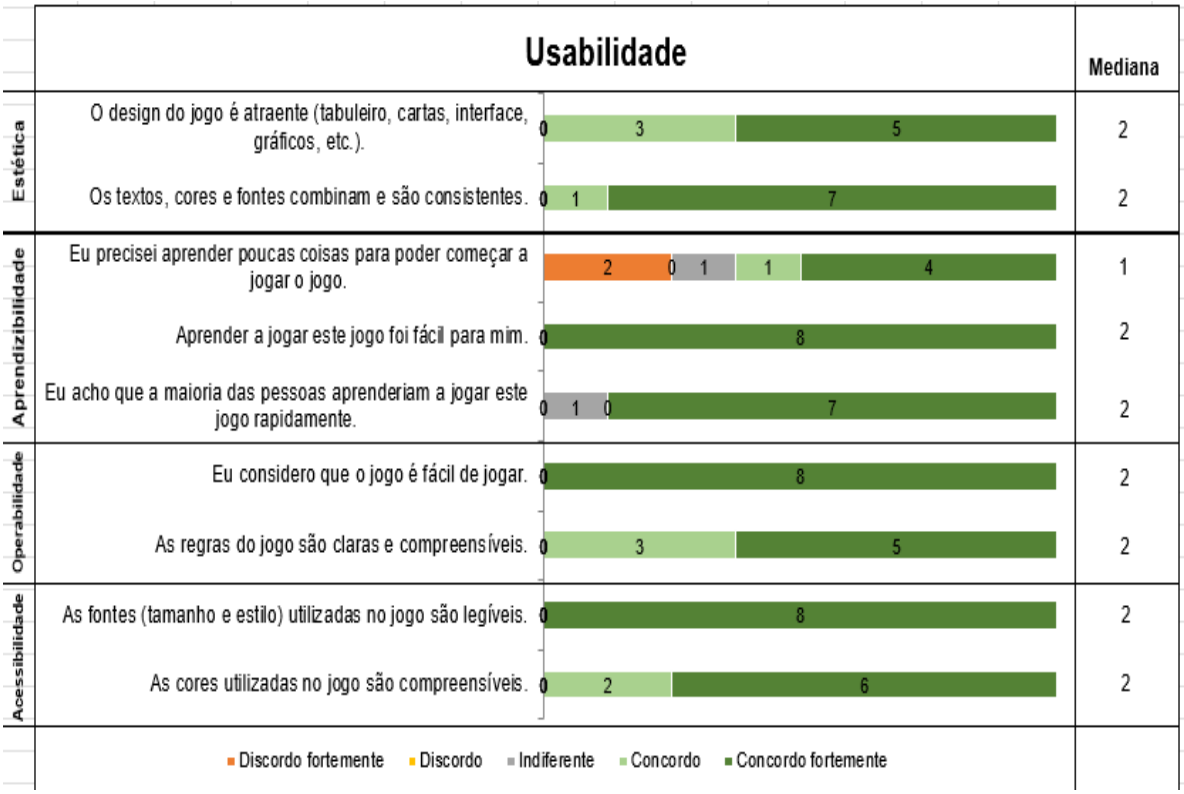
Nas respostas abertas, um jogador afirmou: "O jogo ajuda muito a entender questões práticas de sustentabilidade." Outro destacou: "O aprendizado foi simples e direto." Esses relatos demonstram que o jogo não apenas apresentou os conceitos de forma clara, mas também os contextualizou em situações práticas, ajudando os jogadores a conectarem os conhecimentos adquiridos com o mundo real.

Além disso, o jogo foi descrito como uma ferramenta eficiente para lembrar conceitos estudados em sala de aula. Um participante mencionou: "Fui capaz de entender sobre os problemas da emissão de CO_2 para o meio ambiente jogando 'Rumo ao mundo LEZEZ'." Outro destacou: "O jogo ajuda a conscientização da mudança de atitude do jogador quanto aos problemas ocasionados pela alta emissão de CO_2." Esses comentários evidenciam que o jogo conseguiu cumprir seu objetivo de promover a conscientização ambiental de maneira didática e envolvente.

5.2. Usabilidade

Vamos destacar os aspectos da usabilidade relacionados a estética, aprendizibilidade, operacionalidade e acessibilidade com base nas medianas apresentadas na tabela 3 (pág. 68).

Tabela 3 – Usabilidade (Estética, Aprendizagem, Operacionalidade e Acessibilidade)



Fonte: Autoria própria

A dimensão de Estética foi amplamente bem avaliada pelos participantes. O design do jogo foi descrito como atraente e visualmente bem planejado, com elogios específicos à combinação de cores e fontes. Essa característica foi destacada nas respostas abertas, onde diversos jogadores mencionaram a arte do jogo como um dos pontos mais fortes.

A “temática e a estética” foram mencionadas como um dos principais pontos positivos por um participante. Outro jogador destacou: *"Eu gostei do design do jogo, achei a arte do jogo* b*elíssima. Além disso, a temática é bem interessante."*

Os elogios reforçam que o jogo conseguiu criar um apelo visual consistente com a temática proposta, algo essencial para manter o engajamento dos jogadores.

Não foram registrados comentários críticos à estética nas respostas abertas. Isso demonstra que o jogo atendeu ou superou as expectativas visuais dos participantes.

As medianas indicam que o design do jogo é considerado atraente, com elementos como tabuleiro, cartas, interface e gráficos bem elaborados. A combinação de textos, cores e fontes é vista como consistente, o que contribui para uma experiência visual agradável. Uma estética bem projetada não apenas atrai os jogadores, mas também facilita a imersão no jogo, tornando a experiência mais envolvente.

A dimensão de Aprendizibilidade também foi bem avaliada, com os participantes destacando a facilidade de aprendizado do jogo. Muitos mencionaram que ele é intuitivo e

exige pouco esforço inicial para que novos jogadores compreendam suas mecânicas e comecem a jogar. Um participante relatou: *"A experiência de jogar e não precisar ter nenhum conhecimento prévio para entender o jogo, foi incrível e a didática realmente foi muito bem aplicada!"*

Outro jogador destacou que: *"O jogo é bem fácil, cativante e esclarecedor. O que mais gostei foi a sua aleatoriedade, depende das suas escolhas, você pode ganhar mesmo estando no mais distante."*

Apesar disso, algumas sugestões nas respostas abertas indicam que certos aspectos específicos poderiam ser melhorados.

Um jogador comentou:

> Quando recebemos cada ponto inicial, temos sua descrição junto ao tempo que leva para chegar à instituição com cada veículo presente. Acho que podemos melhorar limitando o uso de cada veículo com base no tempo gasto.

Esse comentário sugere que ajustes em algumas mecânicas podem facilitar ainda mais o aprendizado e tornar a experiência inicial mais equilibrada.

A Operabilidade do jogo foi percebida de forma altamente positiva, com os participantes considerando-o fácil de jogar e elogiando a clareza das regras. No entanto, as respostas abertas revelaram áreas específicas que podem gerar dificuldades em situações específicas, principalmente relacionadas ao balanceamento de algumas mecânicas. Um jogador sugeriu: "Algumas regras precisam ser revisadas."

Outro jogador destacou:

> Por ter um caminho com 3 placas vermelhas e nenhuma placa verde, o jogador fica limitado a 0 emissão de carbono total + o bônus de -5 por ser o primeiro lugar, então ele no 'máximo' vai ter -5 de emissão de carbono, mesmo chegando em primeiro lugar em (talvez) 2 rodadas. Enquanto isso, há um caminho com MUITAS placas verdes, juntando os bônus das cartas verdes o jogador pode facilmente chegar a -5 de emissão de carbono, mesmo sem chegar em primeiro.

Apesar dessas observações, a simplicidade e a clareza das regras foram reforçadas como pontos fortes do jogo. A experiência geral foi positiva, mas o impacto de desequilíbrios específicos nas mecânicas pode afetar a percepção da operabilidade em alguns casos.

A operacionalidade refere-se à facilidade com que os jogadores podem interagir com o jogo. As medianas sugerem que os jogadores consideram o jogo fácil de jogar, com regras que são simples de entender. Isso é importante para garantir que os jogadores possam se envolver rapidamente e sem frustrações, o que melhora a experiência geral e a eficácia do aprendizado.

A Acessibilidade foi amplamente elogiada pelos participantes. Não houve relatos de dificuldades relacionadas à legibilidade das fontes ou à compreensão das cores utilizadas no

jogo. Isso demonstra que o design gráfico do jogo foi pensado para garantir acesso universal às informações, independentemente de limitações visuais ou cognitivas.

Embora as respostas abertas não tenham mencionado diretamente aspectos de acessibilidade, comentários como "Eu gostei do design do jogo, achei a arte do jogo belíssima" reforçam a ideia de que a clareza visual contribuiu para uma experiência positiva e envolvente. A ausência de críticas ou sugestões relacionadas a essa dimensão sugere que o jogo conseguiu atender bem às expectativas nessa área. A acessibilidade é um aspecto fundamental da usabilidade, e as medianas indicam que o jogo é projetado para ser acessível a uma ampla gama de jogadores. Isso inclui a legibilidade das fontes e a clareza das cores utilizadas, que são essenciais para garantir que todos os jogadores, independentemente de suas habilidades, possam participar e aproveitar a experiência de jogo.

As medianas mostram que os jogadores acharam fácil aprender a jogar. A maioria acredita que as regras são claras e compreensíveis, e que a curva de aprendizado é suave. Isso é crucial, pois um jogo que é fácil de aprender permite que os jogadores se concentrem mais no conteúdo e na experiência de aprendizagem, em vez de lutarem com a mecânica do jogo.

A usabilidade do jogo é reforçada por sua estética atraente, facilidade de aprendizado, clareza nas regras e acessibilidade. Esses fatores não apenas melhoram a experiência do jogador, mas também contribuem para a eficácia do jogo como uma ferramenta de aprendizagem. Um design bem pensado que considera esses aspectos pode levar a um maior engajamento e satisfação dos jogadores, resultando em uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa

Os resultados apresentados no capítulo anterior e a discussão neste capítulo destacam a relevância do jogo como uma ferramenta pedagógica inovadora, uma vez que os jogadores concordaram que o jogo ajuda a conhecer sobre as noções básicas de Zonas de Baixa ou Zero Emissão de CO_2.

A eficácia do jogo na aprendizagem foi um dos principais focos da pesquisa. Os dados coletados demonstram que o jogo promove a aplicação prática dos conceitos de sustentabilidade, permitindo que os jogadores analisem e avaliem situações relacionadas à mobilidade urbana. O feedback dos jogadores indicou que a experiência proporcionada pelo jogo facilitou uma compreensão mais profunda das consequências de suas escolhas de transporte.

No entanto, também foram identificadas áreas para melhoria. Um dos comentários mais relevantes sugeriu "distribuir mais as cartas de penalidade e específicas" e que "*o balanceamento em si poderia ser melhorado, jogadores que começam em áreas "ruins" tem potenciais de pontuação menores que jogadores que começam em áreas "boas*".

Outro jogador propôs que "*o tempo que levam para chegar seja um fator mais importante que a ordem da chegada*", o que poderia tornar o jogo mais estratégico e equilibrado. Essas sugestões são valiosas para o aprimoramento do jogo, garantindo que ele continue a ser uma ferramenta eficaz e envolvente.

Embora a maioria das dimensões de usabilidade tenha apresentado uma mediana de 2, indicando uma avaliação positiva de estética, aprendizibilidade, operabilidade e acessibilidade, observamos que, na dimensão de aprendizibilidade, houve uma ligeira discrepância. A mediana 1, refletida por dois jogadores que discordaram fortemente da afirmação sobre a facilidade de aprender o jogo e um que se mostrou indiferente, sugere que, para uma parcela pequena dos participantes, o processo de aprendizado inicial não foi tão simples quanto para a maioria. Isso pode indicar que algumas melhorias poderiam ser feitas para tornar o jogo mais acessível a novos jogadores, especialmente no que diz respeito à compreensão de suas mecânicas iniciais. No entanto, a avaliação geral de 2 nas outras dimensões ainda demonstra que, de maneira ampla, o jogo foi considerado fácil de aprender, com regras claras e intuitivas, o que contribuiu para uma experiência positiva de usabilidade.

O jogo “RUMO AO MUNDO LEZEZ” tem, potencial para contribuir com o processo de formação de cidadãos mais participativos e responsáveis, o que beneficia a ideia de cidades urbanas sustentáveis. Um ponto final que faz sentido sobre a reflexão refere-se à necessidade de campanhas educativas que possam ser acolhedoras, utilizando os jogos sérios como ferramentas de consciência e comportamento ecológico.

A integração de jogos sérios no currículo escolar pode transformar a educação ambiental, tornando-a mais dinâmica e interativa, o que pode resultar em uma maior retenção de conhecimento e mudança de comportamento. No entanto, é importante reconhecer as limitações encontradas durante a pesquisa. O tamanho da amostra e a diversidade dos participantes podem ter impactado os resultados. Contudo, o estudo foi conduzido em um ambiente específico, o que pode restringir a aplicação dos resultados em outras situações, o que pode limitar a generalização dos achados. Portanto, faz-se necessário realizar mais estudos para validar os resultados em diferentes contextos e populações, garantindo uma compreensão mais abrangente da eficácia do jogo.

Para futuras pesquisas, sugere-se um aprimoramento com base nas sugestões recebidas pelos jogadores, com relação a mecânicas de jogo e abordagens pedagógicas. Além disso, testar a eficácia do jogo em diferentes ambientes educacionais, como escolas de educação básica e universidades, pode ampliar as discussões e avaliar seu impacto em diversas faixas etárias e contextos sociais.

CONCLUSÃO

Esta dissertação apresenta uma contribuição significativa para o campo da educação ambiental em mobilidade urbana sustentável. A pesquisa foi motivada pela crescente urbanização e pelos desafios ambientais que as cidades enfrentam, especialmente no que diz respeito à poluição do ar e às emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, a proposta de um jogo educativo analógico surge como uma estratégia inovadora para sensibilizar e educar os cidadãos sobre a importância de suas escolhas de transporte e suas consequências para o meio ambiente.

A metodologia adotada, fundamentada no Método de Design de Instrumentos Educadores Virtuais com Abordagem Lúdica (ME.D.I.E.V.A.L.), permitiu uma abordagem sistemática e estruturada para o desenvolvimento do jogo. Por meio de etapas bem definidas, desde a identificação do problema até a aplicação de testes e feedback, a pesquisa garantiu que o jogo não apenas fosse educativo, mas também envolvente e interativo. A utilização do Endogenous Game Design Canvas (Endo-GDC) foi crucial para a criação de um jogo que simulasse situações urbanas reais, em que os jogadores enfrentam dilemas relacionados ao transporte e, consequentemente, emissões de CO_2.

Os resultados esperados com a implementação do jogo foram promissores. Ao simular decisões de transporte, os jogadores vivenciaram as consequências de suas escolhas, promovendo uma reflexão crítica sobre a poluição e a necessidade de adotar práticas mais sustentáveis. Além disso, o jogo tem o potencial de estimular mudanças comportamentais, incentivando os jogadores a optarem por meios de transporte de baixa ou zero emissão, como bicicletas, transporte público e veículos elétricos.

Outro resultado foi a promoção de um ambiente de aprendizado colaborativo. O jogo pode ser utilizado em contextos educacionais formais e informais, permitindo que grupos de alunos ou cidadãos joguem juntos, discutam suas escolhas e aprendam coletivamente sobre a importância da sustentabilidade. Essa interação social é fundamental para a construção de uma cultura de responsabilidade ambiental, em que as decisões individuais são vistas como parte de um esforço coletivo para melhorar a qualidade de vida nas cidades.

Além disso, a pesquisa destaca a importância de se utilizar o ME.D.I.E.V.A.L. como metodologia para o desenvolvimento de jogos sérios educativos, facilitando o processo de criação do professor, através de etapas claras e bem definidas. Este trabalho não apenas preenche essa lacuna, mas também serve como um modelo para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área de jogos educativos. A aplicação do ME.D.I.E.V.A.L. e do Endo-GDC podem ser replicadas em outros contextos, ampliando o alcance e a eficácia de jogos voltados para a educação ambiental.

Por fim, a dissertação conclui que a criação de jogos educativos, como o proposto, é uma estratégia viável para abordar questões complexas como a mobilidade urbana. A

pesquisa não apenas contribui para o conhecimento acadêmico, mas também oferece uma ferramenta prática que pode ser utilizada por educadores, formuladores de políticas e cidadãos interessados em promover mudanças positivas em suas comunidades. A implementação do jogo e a avaliação de seus impactos serão passos cruciais para validar sua eficácia e potencial de transformação social.

O presente trabalho representa um avanço significativo na interseção entre educação, ludicidade e sustentabilidade, e seus resultados esperados têm o potencial de influenciar positivamente a forma como as pessoas percebem e agem em relação à mobilidade urbana e ao meio ambiente. A pesquisa reafirma a importância de abordagens inovadoras e lúdicas na educação, destacando que, por meio do engajamento e da conscientização, é possível construir um futuro mais sustentável e responsável para as próximas gerações.

O estudo dos jogos sérios, dos jogos de tabuleiro, do *game design* e da metodologia ME.D.I.E.V.A.L. revelou uma série de descobertas importantes com o potencial de auxiliar na criação do artefato proposto, evidenciando que este pode ser utilizado como ferramenta pedagógica no ensino sobre Zonas de Baixa e Zero Emissão de Carbono e Mobilidade Urbana Sustentável.

Utilizar o ME.D.I.E.V.A.L. na criação do jogo sério sobre ZBE e ZEZ foi prático, devido aos 10 passos a serem seguidos, mas desafiador, pois foi necessário adaptação de alguns passos, criados inicialmente para jogos digitais e transformados para criação de um jogo analógico.

A utilização do método de avaliação MEEGA+ para avaliar a experiência do jogador e a usabilidade do jogo se mostrou eficaz no objetivo proposto, mostrando-se como um aliado para identificar pontos fortes e fracos do jogo e nos trazer um feedback valioso, além de propor direcionamentos para melhorias. Mas é crucial conduzir mais testes no futuro para melhorar a confiabilidade deste e de outros métodos. Sugere-se que pesquisas futuras investiguem a utilização do método em diferentes contextos de jogos e com uma maior diversidade de usuários, a fim de explorar suas potencialidades e limitações em diversas situações.

Os jogos analógicos, além de tornarem a aprendizagem lúdica, incentivam uma interação face a face com os participantes, fortalecendo uma comunicação interpessoal, e, tão importante quanto isso, são acessíveis para aqueles desprovidos de acesso às tecnologias digitais e à internet, como é o caso dos estudantes do ensino médio e ensino superior da baixada fluminense, em especial município de Nova Iguaçu.

Em conclusão, considera-se que o jogo “Rumo ao mundo LEZEZ” é uma proposta viável para apresentar de forma lúdica e interativa aos estudantes de ensino médio e universitários a importância de se pensar e agir ecologicamente se tornando conscientes e engajados nas questões sociais.

Para o futuro, espera-se que este produto possa ser testado por especialistas da área à fim de ser amplamente divulgado como proposta de ensino sobre sustentabilidade nas escolas e universidades.

REFERÊNCIAS

ADAMS, E.; ROLLINGS, A. Game design and development: Fundamentals of game design. New Jersey: Pearse Prentice Hall, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/81247135/Fundamentals_of_game_design. Acesso em: 03 jan. 2025.

ALDRED, R.; GOODMAN, A. **Low Traffic Neighbourhoods, Car Use, and Active Travel:** Evidence from the People and Places Survey of Outer London Active Travel Interventions. Findings, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.32866/001c.17128. Acesso em: 10 dez. 2024.

ALMEIDA, E. A. C. S. Jogo sério para simulação e conscientização de problemas relacionados à mobilidade urbana. **Dissertação (Mestrado)**. Repositório Unesp, 2023. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/items/6fb0322d-d92d-470c-9a4b-14f58fb5c3b1. Acesso em: 10 dez. 2024.

ALVES, P. Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira. **Cadernos Adenauer**, v. 15, n. 2, 2014. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/. Acesso em: 10 dez. 2024.

BAESSE, G. Os bastidores da política pública de mobilidade urbana em Natal: as relações dos atores sociais. 2019. **Dissertação (Mestrado**) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/28293. Acesso em: 10 dez. 2024.

BARBOSA, C. S. Políticas públicas de educação para o trânsito: uma análise das demandas dos conselhos comunitários de segurança pública do Distrito Federal, Brasil. 2022. **Tese (Doutorado)** – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.14/39895. Acesso em: 10 dez. 2024.

BARROS, M. F. Jogo de tabuleiro aproxima as crianças das discussões sobre os espaços públicos. **Jornal da USP**, 2023. Disponível em: https://jornal.usp.br/universidade/jogo-de-tabuleiro-aproxima-as-criancas-das-discussoes-sobre-os-espacos-publicos/. Acesso em: 10 ago. 2024.

BHATTACHARYYA, S. C. **Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance.** [S.l.]: Springer, 2011. Disponível em: https://nibmehub.com/. Acesso em: 10 dez. 2024.

BIELACZYC, P., WOODBURN, J., SZCZOTKA, A., PAJDOWSKI, P. The Impact of Alternative Fuels on Fuel Consumption and Exhaust Emissions of Greenhouse Gases from Vehicles Featuring SI Engines. **Energy Procedia**, 66, 21-24. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215001113. Acesso em: 07 fev. 2025.

BIGAZZI, A. Y.; ROULEAU, M. Can traffic management strategies improve urban air quality? A review of the evidence. **Journal of Transport & Health**, v. 7, p. 111-124, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.08.001. Acesso em: 21 mar. 2024.

CAICEDO, F.; LOPEZ-OSPINA, H.; PABLO-MALAGRIDA, R. Environmental repercussions of parking demand management strategies using a constrained logit model. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 48, p. 125-140, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.08.014. Acesso em: 21 mar. 2024.

CALISTO, A.; BARBOSA, D.; SILVA, C. Uma análise comparativa entre jogos educativos visando a criação de um jogo para educação ambiental. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, João Pessoa, PB, 2020. Disponível em: http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/1439. Acesso em:21 mar. 2024.

CANCELLI, D M.; DIAS, N. L. BRevê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, n. 1, p. 1-20, 2014. DOI: <10.1590/S1413-41522014019010000284>. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/WgHZ6hgHfprk7YLY8nVnVZz/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

CARVALHO, C. H. R. Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, Tendências e Reflexões. Brasília: **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** (IPEA), 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2194.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

CARVALHO, C. H. R. Mobilidade Urbana: Avanços, Desafios e Perspectivas. Brasília. DF. 2016. **IPEA.** Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160920_estatuto_cidade_cap14.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

CARVALHO, C. H. R Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v. 05, jun. 2011. Ipea. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emiss%C3%B5es.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

CARVALHO, J. A. O.; JACINTO, G L. **MOBSBJR: um jogo infanto-juvenil para explicar a mobilidade urbana em Brasília**. Brasília, DF: Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, 2018. Acesso em: 10 out. 2024.

CAULFIELD, C; XIA J; VEAL, D.; STANISLAW, M. A systematic survey of games used for software engineering education. Modern Applied Science, v. 5, n. 6, p. 28–43, 2011. https://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/12137. Acesso em: 03 jan. 2025.

CHAGAS, G. S. Uso de realidade virtual por técnicos de mobilidade urbana para análise de projetos de calçada. **Repositório UFRGS**, 2023. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/262728. Acesso em: 21 mar. 2024.

COELHO, P.; ABREU, M. Transição sociotecnológica para a mobilidade urbana sustentável no Brasil. **Revista de Administração da UFSM**, v. 12, p. 1227-1241, 2019. Acesso em: 07 fev. 2025.

DJAOUTI, D.; ALVAREZ, J.; JESSEL, J. Classifying Serious Games: the G/P/S model. Semanticscholar, 2020. Disponível em: https://www.ludoscience.com/files/ressources/classifying_serious_games.pdf. Acesso em 07 fev. 2025.

DEVELLIS, R. F. **Scale Development: Theory and Applications**. Vol. 26. Sage, Thousand Oaks, 2016. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=QddDEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&dq=DEVELLIS,+R.+F.+Scale+Development:+Theory+and+Applications.+Vol.+26.+Sage,+Thousand+Oaks,+2016&ots=OFgCxQHG7e&sig=RLhhQMy_ik1omj2EPjHDaC2o6pk. Acesso em: 30 nov. 2024.

ELLISON, R. B.; GREAVES, S. P.; HENSHER, D. A. Five years of London's low emission zone: effects on vehicle fleet composition and air quality. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 23, p. 25–33, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.03.010. Acesso em: 21 mar. 2024.

EVANGELISTA, B.; RODRIGUES, S. A. N. O desafio de mobilidade como tema de um jogo de tabuleiro com fins didáticos. **Proceedings ANPET** 2023. Disponível em: https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/o-desafio-de-mobilidade-como-tema-de-um-jogo-de-tabuleiro-com-fins-didaticos?lang=pt-br. Acesso em: 13 set. 2024.

FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. In: Mídias na Educação. **CINTED**, UFRGS, 2017. Disponível em: http://matpraticas.pbworks.com/w/file/fetch/85177681/Leitura_1.pdf. Acesso em: 13 set. 2024.

FERRAZ, A. P.C.M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015 Acesso em: Acesso em: 10 out. 2024.

FIGUEIREDO, V. A.; CAPORLINGUA, V. H. Estatuto da Cidade e educação ambiental crítica: o direito à cidade sustentável à luz dos princípios da sustentabilidade e participação. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 1-19, 2021. DOI: https://doi.org/10.47401/revisea.v8i2.17305.

GEORGES, M.; ARAÚJO, K. Jogos Sérios em Sustentabilidade: Uma Análise Exploratória nas Plataformas Games4sustainability e Ludopédia**. Revista Brasileira de Educação Ambiental** – Revbea, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 184–197, 2023. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14864. Acesso em: 10 out. 2024.

GONZALEZ, J. N.; PEREZ-DOVAL, J.; GOMEZ, J.; VASSALLO, J. M. **What impact do private vehicle restrictions in urban areas have on car ownership? Empirical evidence from the city of Madrid**. Cities, v. 116, p. 103301, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103301.

GONZALEZ, J. N.; GOMEZ, J.; VASSALO, J. M. **Do urban parking restrictions and Low Emission Zones encourage greener mobility?** Universidad Politécnica de Madrid, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103319. Acesso em: 16 abr. 2024

HALVERSON, R. What can K-12 school leaders learn from video games and gaming? Innovate: **Journal of Online Education**, v. 1, n. 6, 2005. Disponível em: https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1166&context=innovate. Acesso em: 10 dez. 2024.

HAMARI, J. Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. **Computers in human behavior**, v. 71, p. 469-478, 2017

HOLIK, I.; KERSÁNSZKI, T.; SANDA, I. D.; MÁRTON, Z. **Improving security and environmental awareness through game-based learning with Minecraft**. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), v. 14, n. 4, p. 90–107, 2024. Acesso em: 16 abr. 2024

HOLMAN, C.; HARRISON, R.; QUEROL, X. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. **Atmospheric Environment**, v. 111, p. 161–169, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.04.009. Acesso em: 16 abr. 2024

HUANG, Y.; ZHANG, Y.; DENG, F.; ZHAO, D.; WU, R. Impacts of Built-Environment on Carbon Dioxide Emissions from Traffic: A Systematic Literature Review. **International Journal of Environmental Research** and Public Health, v. 19, p. 16898, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph192416898.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. MDA: A formal approach to game design and game research. **AAAI Workshop** - Technical Report, v. 1, jan. 2004. Disponível em https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf Acesso 16 abr. 2024

IPCC. Climate Change 2023: **Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. Tignor, M.; Miller, H. L. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

IPTD. O que é uma Zona de Baixa Emissão. **Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento**. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/1008042/o-que-e-uma-zona-de-baixa-emissao. Acesso em: 10 dez. 2024.

JI, Y.; DONG, J.; JIANG, H.; WANG, G.; FEI, X. Research on carbon emission measurement of Shanghai expressway under the vision of peaking carbon emissions. **Transportation Letters**, v. 15, n. 7, p. 765-779, 2023. DOI: https://doi.org/10.1080/19427867.2022.2091669.

JIA, S.; BI, L.; ZHU, W.; FANG, T. System dynamics modeling for improving the policy effect of traffic energy consumption and CO2 emissions. **Sustainable Cities and Society**, v. 90, p. 104398, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104398.

JIMÉNEZ HERRERO, L.M.. Transport and mobility: the keys to sustainability. **Fund. Gen. CSIC**. Lychnos. 2011

KOK, I. **Planning and Implementation of Low- and Zero-Emission Zones in Cities**, 2023.

LARA, D. F.; LIMA, J. V. FILHO, A. B. C.; GARCIA, L. M. L. S. A produção acadêmica sobre o uso de Jogos Sérios na educação: avanços alcançados. **Temática**, João Pessoa, PB, v. 19, n. 1, p. 206-218, jan. 2023. DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1807-8931.2023v19n01.65106. Acesso em: 10 dez. 2024.

LEBLANC, M. Game design and tuning workshop materials. **Game Developers Conference**, 2004. Disponível em: http://algorithmancy.8kindsoffun.com/GDC2004/. Acesso em: 13 nov. 2024.

LEBLANC, M. Mechanics, dynamics, aesthetics: A formal approach to game design. **Palestra apresentada na Northwestern University**, abril de 2004. Disponível em: http://algorithmancy.8kindsoffun.com/MDAnwu.ppt. Acesso em: 13 nov. 2024.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Entenda o efeito Estufa .Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao_Nacional/eee.html. Acessado em: 18 nov. 2024.

MCGONIGAL, J. Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World. 2011. **Penguin Books**. Disponível em: https://hci.stanford.edu/courses/cs047n/readings/Reality_is_Broken.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024

MORADI, A.; VAGNONI, E. A multi-level perspective analysis of urban mobility system dynamics: What are the future transition pathways? **Technological Forecasting & Social Change**. 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162516308010. Acesso em: 09 mar. 2024.

MOTTA, R. L.; JUNIOR, J. T. Short game design document (SGDD). p. 7, 2013. Disponível em: https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/15-dt-paper_SGDD.pdf 03 fev. 2024.

MÜLLER, J.; LE PETIT, Y. **Low-Emission Zones are a success - but they must now move to zero-emission mobility.** 2019. Disponível em: https://www.transportenvironment.org . Acesso em: 21 mar. 2024.

NACKE, E.; DETERDING, S. The maturing of gamification research. **Computers in Human Behaviour**, p. 450-454, 2017.

NAGL, C., BUXBAUM, I., BOHMER, ¨ S., IBESICH, N., RIVERA MENDOZA, H., **Air Quality and urban traffic in the EU: best practices and possible solutions**. Brussels. 2018. https://doi.org/10.2861/029641. Acesso em: 10 dez. 2024.

NOVAK, Jeannie. Game development essentials. USA: Delmar Cengage Learning, 2012. Disponível em: http://ommolketab.ir/aaf-lib/yc12x5u5f3haaeea3h8iepvwd7142n.pdf. Acesso em: 03 jan. 2024

OLTRA, C. et al. Individual-level determinants of the public acceptance of policy measures to improve urban air quality: the case of the Barcelona low emission zone. **Sustainability**, v. 13, p. 1–14, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13031168. Acesso em: 13 set. 2024

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050 -** Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050. Acesso em: 10 jul. 2024.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Poluição do ar:* ***Cartilha informativa***. 2021. Disponível em:

https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/cartilha_poluicao_do_ar_web.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. [s.l.] John Wiley & Sons, 2010. Disponível em: https://vace.uky.edu/sites/vace/files/downloads/9_business_model_generation.pdf. Acesso em: 03 jan. 2025.

PANG, J.; AN, L.; SHEN, S. Gasoline prices, traffic congestion, and carbon emissions. **Resource and Energy Economics**, v. 75, p. 101407, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2023.101407. Acesso em: 16 abr. 2024

PARREIRAS, M. - ME.D.I.E.V.A.L.: Método De Design De Instrumentos Educadores Virtuais com Abordagem Lúdica. **Dissertação de Mestrado** – PPDSP/CEFET-RJ – 2021.

PARREIRAS, M. V. C.; PAIVA, T. M.; PESSOA, C. H. M.; LIMA, Y. B.; XEXÉO, G. Proposta de jogo de tabuleiro para valorização cultural do território e folclore brasileiro. ***Revista Produção e Desenvolvimento***, v. 8, p. e609, 2022. DOI: https://doi.org/10.32358/rpd.2022.v8.609. Acesso em: 13 set. 2024

PARREIRAS, M.; XEXEO, G.; MARQUES, P. Proposta e estudo de caso de um método para design de vídeo games educacionais. In **Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, 2022. Porto Alegre, RS, Brasil. SBC. Pages 188–197. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23648. Acessado em 13 set. 2024.

PERES, I. Atitudes Ambientais: Um Estudo Com Jovens Do Segundo e Terceiro Ciclo do Ensino Básico da Região do Planalto Mirandês. **Dissertação de Mestrado**, Instituto Politécnico de Bragança, 2011. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt https://bibliotecadigital.ipb.pt/entities/publication/3c327c87-990d-4f40-a87b-abbe24e9b55e/. Acesso em: 13 set. 2024

PETRI, G.; VON WANGENHEIM, C. G.; BORGATTO, A. F. Evolução de um modelo de avaliação de jogos para o ensino de computação. Grupo de Qualidade de Software (GQS) - **Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação** (PPGCC) - Departamento de Informática e Estatística (INE) –UFSC. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2017. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/download/3549/3508/. Acesso em: 25 nov. 2024.

PETRI, G.; VON WANGENHEIM, C. G.; BORGATTO, A. F. MEEGA+: An Evolution of a Model of Educational Games. **Relatório Técnico INCOD -** INE/UFSC, Florianópolis, Brasil, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309031701. Acesso em: 25 nov. 2024.

REICHMUTH, D.; WEINTRAUB, C. **Low- and Zero-Emissions Zones: Opportunities and Challenges in Designing Equitable Transportation Policies**. 2021. Disponível em: https://greenlining.org/publications/equitable-low-zero-emission-zones/. Acesso em 25 nov. 2024.

RIBEIRO, N. S.; GALLO, D. Mobilidade urbana e políticas públicas para ciclabilidade. *VERNÁCULA*-**Territórios Contemporâneos**, v. 1, n. 3, 2023. Disponível em:

https://periodicos.univag.com.br/index.php/Vernacula/article/view/2340/2532. Acesso em: 13 set. 2024

ROGERS, Scott. *Level UP:* um guia para o design de grandes jogos. [**livro eletrônico**] São Paulo: Editora Blucher, 2013. Disponível em: https://storage.blucher.com.br/book/pdf_preview/9788521207009-amostra.pdf. Acesso: 25 set. 2024

SALES, A. B.; SILVA, M. A. S. Jogos sérios no processo de ensino e aprendizagem de interação humano-computador. In: XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2020, SBC**. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** (SBIE), p. 552-561, 2020. DOI: https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.552. Acesso em: 25 fev. 2024.

SAVI, R.; GRESSE VON WANGENHEIM, C.; BORGATTO, A. F. A model for the evaluation of educational games for teaching software engineering. In: *25th* **Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**, São Paulo, Brasil, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221252125. Acesso em: 2 nov. 2024.

SCHELL, Jesse. The art of game design: **A book of lenses. Amsterdã, Holanda**. CRC Press. vol. 54, p. 489, 2008. https://www.inventoridigiochi.it/wp-content/uploads/2020/07/art-of-game-design.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

SILVA, W. R.; GARCIA, M. S. Jogos e games como meios para o desenvolvimento cognitivo: uma reflexão com foco nas metodologias ativas. **Educação & Linguagem**, v. 20, n. 2, p. 81-93, jul.-dez. 2017. Disponível em: https://www.metodista.br/revistas. Acesso em: 13 set. 2024

SLOCAT. **Global Status Report on Transport, Climate and Sustainability** – 3rd edition. 2023. Disponível em: https://tcc-gsr.com/ Acesso em: 13 set. 2024

SOARES, C. **Metodologias ativas: uma nova experiência de aprendizagem**. São Paulo: Cortez Editora, 2021. Disponível em: https://books.google.com.br/. Acesso em: 13 mar. 2024

SOARES, J., M., Junior, J., Queiroz, F. Mobilidade Urbana Sustentável: Fatores Determinantes da Escolha pelo Transporte Alternativo na Percepção dos Usuários que Fazem a Rota Campina Grande – PB /Alagoa Nova- PB. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 2017. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/10045/4738. Acesso em: 09 fev. 2025

TALEB, M.S.; BELAYUTHAM, S.; IBRAHIM, C.K.I.C. Applications of serious games in construction: the current state, classifications and a proposed process framework. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 10, p. 1726-1736, 2023.

TARRINO-ORTIZ, J.; SORIA-LARA, J. A.; GOMEZ, J.; VASSALLO, J. M. Public acceptability of low emission zones: the case of “Madrid Central.” **Sustainability**, v. 13, p. 3251, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13063251. Acesso em: 16 abr. 2024.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. In: Novas Tecnologias na Educação - **RENOTE**, v.2, n.1, 2014. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13719.

TAUCEI, B. *Endo-GDC:* Desenvolvimento de um game design canvas para concepção de jogos educativos endógenos. **Tese de Mestrado**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2928.pdf. Acesso em: 13 set. 2024

TIMILSINA, G. R.; DULAL, H. B. Urban Road transportation externalities: costs and choice of policy instruments. **World Bank Research Observer**, v. 26, n. 1, p. 162-191, 2011. DOI: https://doi.org/10.1093/wbro/lkq005. Acesso em: 16 abr. 2024.

XEXÉO, G.; CARMO, A.; ACIOLI, A.; TAUCEI, B.; DIPOLITTO, C.; MANGELI, E.; KRITZ, J.; COSTA, L. F.; AREAS, M.; MONCLAR, R.; GARROT, R.; CLASSE, T.; AZEVEDO, V. O que são jogos: uma introdução ao objeto de estudo do Ludes. **Relatório Técnico do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação**, n. 5/2017 (ES752/17), COPPE/UFRJ, 2017. Disponível em: https://www.cos.ufrj.br/index.php/pt-BR/publicacoes-pesquisa/details/15/2766. Acesso em: 11 fev. 2024.

WANG, W.; GAN, H.; WANG, X.; LU, H.; HUANG, Y. Initiatives and challenges in using gamification in transportation: systematic mapping. ***European Transport Research Review***, v. 14, n. 1, p. 1-19, 2022. Disponível em: https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-022-00567-w. Acesso em: 16 mar. 2024.

WU, T.; SHEN, Q.; XU, M.; PENG, T.; OU, X. Development and application of an energy use and CO2 emissions reduction evaluation model for China's online car hailing services. ***Energy***, v. 154, p. 298-307, 2018. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v154y2018icp298-307.html. Acesso em: 16 mar. 2024.

ZHANG, L.; LONG, R.; LI, W.; WEI, J. Potential for reducing carbon emissions from urban traffic based on carbon emission satisfaction: Case study in Shanghai. ***Journal of Transport Geography***, v. 85, p. 102733, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102733 Acesso em: 2 fev. 2024.

APÊNDICE 1 - MANUAL DO JOGO

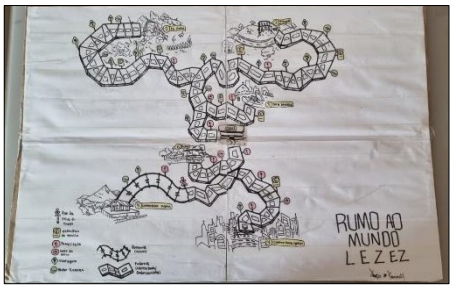
1. Nome: Rumo ao Mundo LEZEZ
1.1 **Tema do Jogo**: Mobilidade Urbana Sustentável
1.2 **Enredo**: Cada morador inicia a jogada em um bairro do município de Nova Iguaçu, Baixada Fluminense – Rio de Janeiro – Brasil e escolhe um transporte para chegar ao Campus do CEFET. Nesse trajeto os jogadores passarão por desafios que implicarão na sua decisão de troca de modal. Ganha o jogo quem completar o percurso emitindo o mínimo de CO_2
1.3 **Número máximo de Jogadores**: 06
1.4. **Número mínimo de Jogadores**: 02
1.4 **Idade Recomendada**: 12 anos em diante
1.5 **Tempo Médio de Jogo**: 00:30min a 01:00h

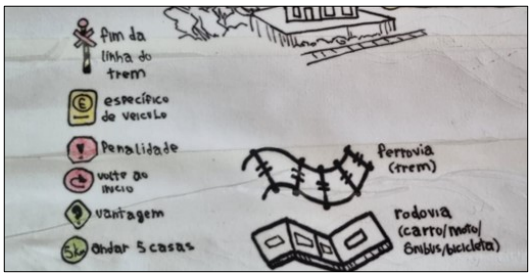
2. Componentes do Jogo

2.1 Lista de Componentes:
2.1.1. 01 dado



2.1.2. 01 Tabuleiro com legenda das paradas e vias





2.1.3. 06 pinos com as cores amarela, verde, vermelha, azul, preta e branca que representam os jogadores



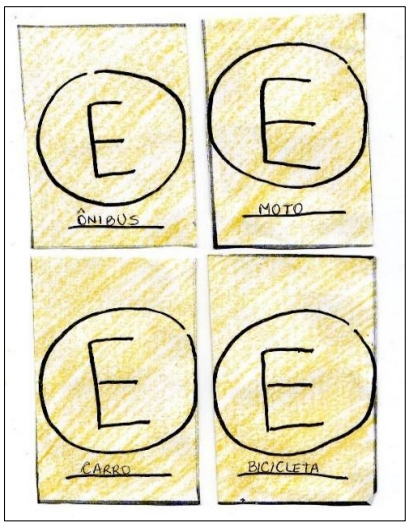
2.1.4. Cartas de Penalidades (!) – COR VERMELHA



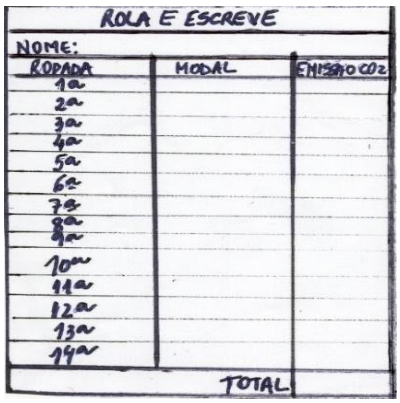
2.1.5. Cartas de Bonificação (?) – COR VERDE



2.1.6. Cartas Específicas de cada modal, exceto trem (E) – COR AMARELA

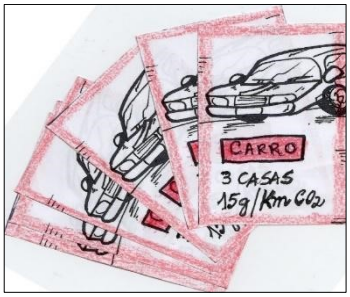


2.1.7. Cartelas de "Rola e Escreve", que podem ser replicadas quando necessário.

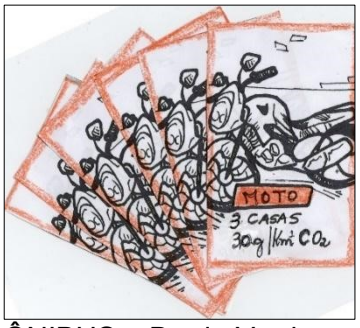


2.1.8. 06 Cartas de cada Modal como demonstrado abaixo:

- CARRO – Borda Vermelha por causar alta emissão de CO_2



- MOTO – Borda Laranja por causar elevada emissão de CO_2



- ÔNIBUS – Borda Verde por causar baixa emissão de CO_2



- BICICLETA – Borda Azul por ser emissão zero



- TREM – Borda Azul por ser emissão zero



3. Objetivo do Jogo

O objetivo não é apenas chegar ao CEFET, mas sim chegar emitindo o menor volume de CO_2. O vencedor será o jogador que tiver a menor emissão total de gases ao final do percurso, independentemente de quem chegar primeiro.

4. Configuração Inicial do Jogo

4.1 Locais de Partida: Existem 6 possíveis locais de partida. Para determinar de onde cada jogador começará, ele deverá escolher uma carta de localização que constarão informações sobre o bairro e deverá colocar o pino colorido da sua escolha no local.



4.2 Determinar Ordem de Jogada:
Após definir os pontos de partida, todos os jogadores devem rolar o dado. O jogador com o maior número começa o jogo e a ordem segue no sentido horário.

4.3 Escolha de Veículo:
Cada jogador escolhe um veículo no início da sua rodada, que será usado para avançar. Os veículos são: Trem, Ônibus, Bicicleta, Moto e Carro e recebe uma carta “Escreve e Rola” que deverá registrar seu nome, nº da rodada, modal usado em cada rodada e quantidade de CO_2 emitida. Esses dados serão importantes para a conclusão do jogo.

5. Veículos e Emissões
Cada jogador pode escolher um veículo a cada rodada. O movimento e a emissão de CO_2 variam conforme o tipo de veículo:

- Trem: Anda o número exato do dado jogado. Não emite CO_2, mas só pode ser utilizado nas casas específicas de ferrovia.
- Ônibus: Anda o número tirado no dado + 1 casa. Emite 0,5g/km de CO_2.
- Bicicleta: Anda o número exato do dado jogado. Não emite CO_2.
- Moto: Anda o número tirado no dado + 3 casas. Emite 30g/km de CO_2.
- Carro: Anda o número tirado no dado + 3 casas. Emite 15g/km de CO_2.

6. Movimento e Obstáculos no Caminho
Durante o jogo, os jogadores avançam conforme o dado e as regras do veículo escolhido, porém podem encontrar diferentes tipos de casas especiais no tabuleiro:

- E - Evento Específico do Veículo: O jogador deve pegar uma carta de “Evento Específico” que pode ser uma vantagem ou desvantagem, dependendo do veículo que está sendo utilizado naquela rodada.
- **!** - Penalidade: O jogador pega uma carta de “Penalidade Geral” que impõe uma penalidade, independentemente do veículo em uso.
- ➲ Retorno ao Início: Se um jogador cair nessa casa, ele deve voltar ao ponto de partida e recomeçar o jogo.
- ? - Bonificação: O jogador pega uma carta de “Vantagem Geral” que concede algum benefício, independentemente do veículo.
- 5km - Avanço Rápido: Se o jogador cair nessa casa, ele pode avançar 5 casas adicionais. Nesta casa, o veículo não emitirá CO_2 ao andar as 5 casas extras, pois o

jogador deu uma carona solidária (no caso de carro, moto e bicicleta) ou pegou uma carona (no caso do ônibus).

7. Regras de Parada Obrigatória

7.1 Paradas Obrigatórias: Quando o jogador cai em uma casa com “E”, “!”, ou “?”, ele deve pegar a carta correspondente e cumprir o que se pede, finalizando sua jogada.
7.2 Limitação do Trem: O trem só pode ser utilizado nas casas da ferrovia e tem um ponto de parada específico marcado como “Fim da Linha do Trem”. O jogador deve mudar de veículo ao atingir essa casa.
7.3 Limite de Uso da Bicicleta: A bicicleta pode ser utilizada por no máximo 5 rodadas durante o jogo. Após esse limite, o jogador deverá obrigatoriamente escolher outro veículo para seguir adiante, forçando uma diversificação na escolha de veículos e estratégia.

8. Anotação de Emissões

- Para controlar a emissão de CO_2, cada jogador recebe um cartão de anotação "Rola e Escreve", onde deverá anotar as seguintes informações:
- Modal: O veículo que foi utilizado em cada rodada.
- Emissão de CO_2: O total de CO_2 emitido com base no veículo escolhido e a quantidade de casas percorridas. Cada jogador jogará 14 rodadas no total, anotando o valor de CO_2 em cada uma delas.

9 Condições de Vitória

- O jogo termina quando todos os jogadores chegam ao CEFET.
- O vencedor é determinado com base em dois critérios:

9.1 Emissão de CO_2: O jogador com a menor emissão total de CO_2 após a contagem final tem uma vantagem.
9.2 Ordem de Chegada: A ordem de chegada também afeta a pontuação final, sendo que os jogadores recebem pontos de bônus conforme sua posição de chegada:

- 1º lugar: 5 pontos de CO_2
- 2º lugar: 4 pontos de CO_2
- 3º lugar: 3 pontos de CO_2
- 4º lugar: 2 pontos de CO_2
- 5º lugar: 1 ponto de CO_2
- 6º lugar: 0 pontos de CO_2

Esses dois fatores combinados determinarão o vencedor. Caso haja empate na emissão de CO_2, o jogador que chegou primeiro será o vencedor.

10 Incentivo à Diversidade de Veículos

Os jogadores também ganham pontos de bônus por usar uma variedade de veículos ao longo do jogo, o que promove uma estratégia mais dinâmica:
Usar 3 ou mais tipos de veículos durante o jogo: -5 pontos de CO_2.

11. Créditos

- CARMELITA VIEIRA DE MELO - Autora do jogo
- ANDREA MELLO – Orientadora da Dissertação sugeriu o jogo para trabalhar a temática da mobilidade urbana sustentável
- Prof. MARCUS PARREIRA desenvolveu a metodologia ME.D.I.E.V.A.L. que foi utilizada para criação desse jogo
- DANIEL (SOBRINHO) desenhou o Board Game e as cartas
- JULIANA VIEIRA (FILHA) auxiliou na montagem do manual com as regras e participou do primeiro teste de jogabilidade
- DAVIS VIEIRA (FILHO) participou do primeiro teste de jogabilidade.

12. Glossário

- LEZ – Low Emission Zone
- ZEZ – Zero Emission Zone
- LEZEZ – Nome do Jogo de Tabuleiro sobre Zonas de Baixo e Zero Emissão
- $C0_2$ – Gás Carbônico
- CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
- MODAL – Modalidades de Transportes
- ME.D.I.E.V.A.L. – Método de Design de Instrumentos Educadores Virtuais com Abordagem Lúdica

APÊNDICE 2 – FORMULÁRIO DE PESQUISA SOBRE O JOGO

Disponível em https://forms.gle/17EYbCSboAisxGcEA

Questionário para a avaliação da qualidade do Jogo Sério "RUMO AO MUNDO LEZEZ"

Olá! Espero que você tenha tido uma jornada divertida de aprendizagem ao terminar de jogar esse jogo.

Sou Carmelita Vieira de Melo, aluna de Mestrado do PPDSP e meus orientadores são: Prof.ª Andréa Melo e Prof.º Marcus Parreiras. Minha dissertação tem como tema: "Proposta de criação de um jogo sério para aprendizagem de Zonas de Baixa e Zero Emissão". Estou na fase de teste do protótipo e gostaria que você respondesse as questões abaixo sobre a sua percepção da qualidade do jogo para me ajudar a melhorá-lo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Agradeço desde já!

E-mail

E-mail válido

Local

- NOVA IGUAÇU
- QUEIMADOS
- JAPERI
- PARACAMBI
- BELFORD ROXO
- DUQUE DE CAXIAS
- SÃO JOÃO DE MERITI
- MESQUITA
- NILÓPOLIS
- CIDADE DO RIO DE JANEIRO
- OUTRO

PARTE 1

Data

Informações Demográficas (Informações pessoais).
Neste campo gostaríamos que saber sobre você.

Qual Instituição que estuda?

- CEFET NOVA IGUAÇU
- NÃO ESTUDO
- OUTRA

Qual modalidade você está estudando?

- ENSINO MÉDIO
- GRADUAÇÃO

- ESPECIALIZAÇÃO
- MESTRADO
- DOUTORADO
- NÃO SOU ALUNO

Qual sua profissão ou área de atuação profissional?

- Estudante
- Professor
- Engenheiro
- Arquiteto
- TI
- Gestão
- Saúde
- Jurídico
- não sou formado
- outro

Qual a sua Faixa Etária?

- Menor de 18 anos.
- De 18 a 28 anos.
- De 29 a39 anos.
- De 40 a 50 anos.
- Mais de 50 anos.

Sexo

- Masculino.
- Feminino.
- Outro:

Com que frequência você costuma jogar jogos não digitais (cartas, tabuleiro etc.)?

- Nunca: Nunca jogo.
- Raramente: Jogo de tempos de em tempos.
- Mensalmente: Jogo pelo menos uma vez por mês.
- Semanalmente: Jogo pelo menos uma vez por semana.
- Diariamente: Jogo todos os dias.

PARTE 2

USABILIDADE

Por favor marque uma opção de acordo com o que você concorda ou discorda conforme cada afirmação abaixo com relação ao jogo de tabuleiro que você acabou de jogar.

- Design do jogo é atraente (tabuleiro, cartas, interfaces, gráficos etc.). *
- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que é preciso aprender alguns conceitos sobre a temática do jogo antes de começar a jogar o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que esse jogo é indicado para um aluno do ensino médio?

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que a maioria dos alunos aprenderia a jogar esse jogo rapidamente.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que o jogo é fácil de jogar.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

As regras do jogo são claras e compreensíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Por favor marque uma opção de acordo com o que você concorda ou discorda conforme cada afirmação abaixo com relação ao jogo de tabuleiro que você acabou de jogar.

- Design do jogo é atraente (tabuleiro, cartas, interfaces, gráficos etc.).
- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que é preciso aprender alguns conceitos sobre a temática do jogo antes de começar a jogar o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que esse jogo é indicado para um aluno do ensino médio?

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que a maioria dos alunos aprenderia a jogar esse jogo rapidamente.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Você considera que o jogo é fácil de jogar.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente

- Concordo Totalmente

As regras do jogo são claras e compreensíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente
- Experiência do jogador

PARTE 3 – EXPERIÊNCIA DO JOGADOR

Marque uma opção de acordo com o que você concorda ou discorda conforme cada afirmação abaixo.

A organização do conteúdo pode levar o aluno a se sentir confiante sobre sua aprendizagem sobre o conteúdo ao jogar esse jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Este jogo é adequadamente desafiador para um aluno do ensino médio.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Completar as tarefas do jogo dá um sentimento de realização.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

É devido ao esforço pessoal que é possível avançar no jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Me sinto ou sentiria satisfeito como um aluno do ensino médio ao aprender um novo conceito com esse jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Eu recomendaria este jogo para meus colegas e demais professores da área discutida na temática do jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

É possível interagir com outras pessoas durante o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente

- Concordo Totalmente

Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Eu me diverti com o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição etc.) que me fez sorrir.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O conteúdo do jogo é relevante para mim

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente

- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Ficou claro como o conteúdo do jogo está relacionado com a mobilidade sustentável

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Ficou claro para mim que preciso mudar minha atitude com relação ao modal que utilizo no transporte contribuindo assim para baixa emissão de CO_2?

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo é um método de ensino adequado para o Ensino de Geografia.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Eu considero que alunos preferirão aprender com este jogo a de outra forma (outro método de ensino)

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo contribui para a aprendizagem na temática de geografia e sustentabilidade.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo é eficiente para a aprendizagem, em comparação com outras atividades da temática de geografia.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente
- Objetivos de Aprendizagem

PARTE 3 – OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

O jogo ajuda a conhecer sobre as noções básicas de Zonas de Baixa ou Zero Emissão de CO_2.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo ajuda a LEMBRAR os conceitos estudados nas aulas de Geografia ou de temáticas votadas para sustentabilidade e mobilidade urbana.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogou ajuda a LEMBRAR de conceitos de Emissão de CO_2?

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo ajuda a conscientização da mudança de atitude do jogador quanto aos problemas ocasionados pela alta emissão de CO_2

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

Fui capaz de ENTENDER sobre os problemas da emissão de CO_2 para o meio ambiente jogando "Rumo ao mundo LEZEZ".

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite ENTENDER a importância dos conhecimentos sobre a emissão de CO_2 no transporte e a minha tomada de decisões em situações cotidianas.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite ENTENDER através das penalidades e bonificações a aplicação dos conceitos de baixa e zero emissão de CO_2.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite APLICAR no meu cotidiano os conceitos aprendidos contribuindo para uma atitude mais sustentável proposta pelo jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite ANALISAR as situações apresentadas no jogo e identificar estratégias adequadas para lidar com os desafios.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite AVALIAR a eficácia das escolhas feitas durante o jogo.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

O jogo permite CRIAR conexões entre os conhecimentos adquiridos e a aplicação prática em situações do mundo real.

- Discordo Totalmente
- Discordo Parcialmente
- Nem concordo, nem discordo.
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

PARTE 4 - PERGUNTAS FINAIS

Por favor deixe sua opinião sobre o jogo.

- O que você mais gostou do jogo?
- O que poderia ser melhorado no jogo?
- Gostaria de fazer mais algum comentário?