

Universidade de Vassouras  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Mestrado Profissional em Ciências Ambientais

Caio Guilherme Chaves Jannuzzi de Souza

**Desenvolvimento do jogo digital BORA CATÁ para apoio à conscientização da coleta  
seletiva**

Dissertação de Mestrado

Vassouras - RJ  
Outubro de 2023

Caio Guilherme Chaves Jannuzzi de Souza

**Desenvolvimento do jogo digital BORA CATÁ para apoio à conscientização da coleta seletiva**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vitor de Alencar Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Tássio Ferenzini Martins Sirqueira

Vassouras - RJ  
Outubro de 2023

Souza, Caio Guilherme Chaves Jannuzzi de  
Desenvolvimento do jogo digital BORA CATÁ para apoio à  
conscientização da coleta seletiva / Caio Guilherme Chaves Jannuzzi de  
Souza. - Vassouras: 2023.

xvi, 144 f. : il. ; 29,7 cm.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vitor de Alencar Carvalho. Coorientador:  
Prof. Dr. Tássio Ferenzini Martins Sirqueira

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Mestrado Profissional  
em Ciências Ambientais - Universidade de Vassouras, 2023.

Inclui Ilustrações e Bibliografias.

1. Jogos sérios. 2. Reciclagem. 3. Educação ambiental. 4. Comportamento  
sustentável. I. Carvalho, Prof. Dr. Carlos Vitor de Alencar. II. Sirqueira,  
Prof. Dr. Tássio Ferenzini Martins. III. Universidade de Vassouras. IV. Título.



**Ata da Defesa de Dissertação  
(Mestrado Profissional em Ciências Ambientais)**

Aos sete dias do mês de outubro de 2023, às dez horas, via videoconferência, reuniu-se em sessão pública a Comissão Examinadora constituída pelos professores Dr. Carlos Vitor de Alencar Carvalho (Universidade de Vassouras), Dr. Tássio Ferenzini Martins Sirqueira (Universidade de Vassouras), Dr. Marco Antonio Pereira Araújo (Universidade de Vassouras) e Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues (Centro Universitário do Rio de Janeiro - UNIRJ) sob a presidência do primeiro, para a Defesa da Dissertação do Mestrando **CAIO GUILHERME CHAVES JANNUZZI DE SOUZA**, intitulada: **“DESENVOLVIMENTO DO JOGO DIGITAL BORA CATÁ PARA APOIO À CONSCIENTIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA”**.

A banca deliberou pela: **APROVAÇÃO**

Vassouras, 07 de outubro de 2023.

\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos Vitor de Alencar Carvalho  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Dr. Tássio Ferenzini Martins Sirqueira  
Coorientador

\_\_\_\_\_  
Dr. Marco Antonio Pereira Araújo  
Examinador Interno

\_\_\_\_\_  
Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues  
Examinador Externo

Àqueles que acreditaram em mim, esta conquista é para vocês.

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha querida esposa, Gabriela, que é uma rocha de apoio, amor e compreensão. Sua paciência e encorajamento inabaláveis foram fundamentais em cada passo desta jornada.

Agradeço aos nossos filhos gêmeos, João e Maria, sendo a luz da minha vida e a inspiração para que eu sempre busque fazer o meu melhor. Seu amor incondicional e inocência me motivam a construir um mundo melhor para vocês.

Agradeço ao meu cunhado Edson, vulgo EDjinn, quem me ajudou ao longo desta jornada tecnológica que foi este trabalho com valorosos insights sobre a área de jogos.

Quero homenagear também meu falecido irmão, Marcelo. Embora você não esteja mais fisicamente presente, seu espírito e crença em mim, continuam sendo uma força motriz em minha vida. Este trabalho é um testemunho da fé que você sempre teve em mim, e espero ter feito jus a ela.

Por fim, estendo minha gratidão à minha sogra, Angela. Sua disposição em cuidar de João e Maria nos momentos em que precisei me dedicar aos estudos foi um alívio inestimável. A sua ajuda foi essencial para a realização desta dissertação.

Também gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos os professores que participaram dessa jornada comigo. Suas orientações, críticas construtivas e sabedoria foram de extrema importância. A dedicação, o comprometimento e a paixão que vocês demonstram pela educação foram fontes de inspiração inesgotáveis.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

“O importante é não parar de questionar. A curiosidade tem sua própria razão de existir.”  
- Albert Einstein

## Resumo

Em meio à evolução digital contemporânea, os jogos persuasivos emergem como um meio poderoso para influenciar comportamentos, possibilitando uma abordagem lúdica a novas perspectivas e ideias. Estes jogos proporcionam uma jornada imersiva e autônoma, com o jogador no centro do processo, estabelecendo-se como uma alternativa fresca em comparação às técnicas de persuasão convencionais. Eles engajam através de desafios, recompensas e narrativas, fomentando o desenvolvimento cognitivo e a empatia. Além disso, a capacidade de adaptar-se ao ritmo e preferências do jogador oferece experiências personalizadas, promovendo reflexão e ação além do ambiente virtual. Com a facilidade de acesso garantida pelas tecnologias digitais, esses jogos se tornam mais acessíveis, incentivando a autonomia do jogador e permitindo a exploração de temas relevantes. No contexto da presente pesquisa, foi adotada uma metodologia que envolveu o design, desenvolvimento e teste do BORA CATÁ, um jogo persuasivo voltado para a conscientização sobre a coleta seletiva. O software, desenvolvido no Unity, foca na correta separação de resíduos, recompensando ou penalizando o jogador conforme as decisões tomadas. Os feedbacks iniciais dos testadores evidenciaram uma receptividade positiva ao produto, indicando sua eficácia na proposta de educar e engajar. Assim, os jogos persuasivos consolidam-se como uma ferramenta valiosa na era da comunicação atual, alinhando entretenimento com conscientização e potencializando o engajamento.

**Palavras-chave:** Jogos sérios, Reciclagem, Educação ambiental, Comportamento sustentável.

## **Abstract**

In the midst of contemporary digital evolution, persuasive games rise as a potent medium to influence behaviors, allowing a playful approach to new perspectives and ideas. These games offer an immersive and autonomous journey, positioning the player at the core of the process, marking a fresh alternative compared to conventional persuasion techniques. They engage through challenges, rewards, and narratives, fostering cognitive development and empathy. Moreover, the ability to adapt to a player's pace and preferences ensures tailored experiences, prompting reflection and action beyond the virtual realm. With easy access ensured by digital technologies, these games become increasingly accessible, encouraging player autonomy and enabling exploration of pertinent themes. Within the context of this research, a methodology was employed involving the design, development, and testing of BORA CATÁ, a persuasive game centered on raising awareness about selective waste collection. The software, crafted in Unity, focuses on the proper waste segregation, rewarding or penalizing players based on their choices. Initial feedback from testers highlighted a positive reception to the product, indicating its efficacy in its educational and engagement aims. Hence, persuasive games establish themselves as a valuable tool in today's communication era, aligning entertainment with awareness and amplifying engagement.

**Keywords:** Serious games, Recycling, Environmental education, Sustainable behavior.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Dashboard Rios + Limpos . . . . .	17
Figura 2 – Resíduos do tipo papel . . . . .	18
Figura 3 – Resíduos do tipo vidro. . . . .	18
Figura 4 – Resíduos do tipo plástico. . . . .	19
Figura 5 – Resíduos do tipo metal. . . . .	19
Figura 6 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. . . . .	20
Figura 7 – ODS 4. . . . .	21
Figura 8 – ODS 12. . . . .	21
Figura 9 – ODS 13. . . . .	22
Figura 10 – ODS 14. . . . .	23
Figura 11 – ODS 15. . . . .	23
Figura 12 – Doritos VR Battle . . . . .	30
Figura 13 – Math Blaster HyperBlaster 2 . . . . .	31
Figura 14 – OurCity . . . . .	32
Figura 15 – Survive the Century . . . . .	33
Figura 16 – Airline Tycoon . . . . .	34
Figura 17 – DEBT SKI . . . . .	36
Figura 18 – NoviCraft . . . . .	37
Figura 19 – Plague Inc. . . . .	38
Figura 20 – LittleBigPlanet 3 . . . . .	39
Figura 21 – Arma 3 . . . . .	40
Figura 22 – Tétrade Elementar de Schell . . . . .	41
Figura 23 – Representação do Canvas Endo-GDC . . . . .	43
Figura 24 – Método de pesquisa utilizado por Petri (2019) . . . . .	45
Figura 25 – Tela de Pesquisa de Programa de Computador. . . . .	50
Figura 26 – Resultados obtidos com a <i>string</i> RECICLAGEM no INPI . . . . .	51
Figura 27 – Resultados obtidos com a <i>string</i> COLETA SELETIVA no INPI . . . . .	51
Figura 28 – Detalhes no INPI do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo . . . . .	52
Figura 29 – Processo aplicado na concepção do BORA CATÁ . . . . .	59
Figura 30 – Logotipo do BORA CATÁ . . . . .	69
Figura 31 – Tela inicial do BORA CATÁ . . . . .	70
Figura 32 – Tela de escolha de personagem . . . . .	71
Figura 33 – Tela de informações da fase 1 do BORA CATÁ . . . . .	72
Figura 34 – Captura de tela da fase 1 do BORA CATÁ . . . . .	73
Figura 35 – Personagem João ao lado da lixeira de cor verde . . . . .	73
Figura 36 – Disposição das lixeiras na fase 1 do BORA CATÁ . . . . .	74

Figura 37 – Tela inicial da segunda fase do BORA CATÁ . . . . .	75
Figura 38 – Disposição dos lixos na segunda fase do BORA CATÁ . . . . .	76
Figura 39 – Tela inicial da terceira e última fase do BORA CATÁ . . . . .	77
Figura 40 – Disposição dos lixos na terceira e última fase do BORA CATÁ . . . . .	77
Figura 41 – Tela de pontuação do jogador ao terminar as três fases do BORA CATÁ	78
Figura 42 – Tela SOBRE no menu inicial . . . . .	79
Figura 43 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo metal . . . . .	80
Figura 44 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo plástico . . . . .	81
Figura 45 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo vidro . . . . .	81
Figura 46 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo papel . . . . .	82
Figura 47 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo não reciclável . . . . .	82
Figura 48 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo pilhas e baterias . . . . .	83
Figura 49 – Código do Contador.cs . . . . .	84
Figura 50 – Código da Lixeira.cs . . . . .	85
Figura 51 – Código do Lixo.cs . . . . .	87
Figura 52 – Número de visualizações e <i>downloads</i> feitos na plataforma do Itch.io . .	91
Figura 53 – Gráfico de idade dos participantes . . . . .	92
Figura 54 – Gráfico do gênero dos participantes . . . . .	93
Figura 55 – Gráfico sobre a frequência em que os participantes costumam jogar jogos digitais . . . . .	94
Figura 56 – Gráfico sobre a frequência em que os participantes costumam jogar jogos não-digitais . . . . .	95
Figura 57 – Gráfico sobre a opinião em relação à estética do jogo . . . . .	96
Figura 58 – Gráfico sobre a opinião em relação à consistência da estética do jogo .	97
Figura 59 – Gráfico sobre a opinião em relação ao aprendizado para começar o jogo	98
Figura 60 – Gráfico sobre a opinião em relação à rapidez de aprendizado para come- çar o jogo . . . . .	99
Figura 61 – Gráfico sobre a opinião em relação à facilidade de aprendizado percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ . . . . .	100
Figura 62 – Gráfico sobre a opinião em relação à operabilidade de jogo percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ . . . . .	101
Figura 63 – Gráfico sobre a opinião em relação à clareza e compreensão de regras do jogo percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ . . . . .	102
Figura 64 – Gráfico sobre as fontes (tamanho e estilo) . . . . .	103
Figura 65 – Gráfico sobre as compreensibilidade das cores utilizadas . . . . .	104
Figura 66 – Gráfico sobre a organização de conteúdo e confiança . . . . .	105
Figura 67 – Gráfico sobre a percepção de desafio pelo jogador . . . . .	106
Figura 68 – Gráfico sobre a percepção de ritmo e desafio pelo jogador . . . . .	107
Figura 69 – Gráfico sobre a percepção de tarefas repetitivas pelo jogador . . . . .	108

Figura 70 – Gráfico sobre a percepção do sentimento de realização pelo jogador . . .	109
Figura 71 – Gráfico sobre a percepção do esforço pessoal pelo jogador . . . . .	110
Figura 72 – Gráfico sobre a percepção de satisfação percebido pelo jogador . . . . .	111
Figura 73 – Gráfico sobre a possibilidade de recomendação do jogo para colegas do jogador . . . . .	112
Figura 74 – Gráfico sobre a interação com outras pessoas durante o jogo . . . . .	113
Figura 75 – Gráfico sobre a percepção de promoção de cooperação e/ou competição entre os jogadores . . . . .	114
Figura 76 – Gráfico sobre a percepção de bem-estar ao interagir com outras pessoas durante o jogo . . . . .	115
Figura 77 – Gráfico sobre a percepção de diversão do jogador ao jogar o BORA CATÁ	116
Figura 78 – Gráfico sobre a percepção de momentos divertidos do jogador ao jogar o BORA CATÁ . . . . .	117
Figura 79 – Gráfico sobre a percepção de interesse no início do jogo capturando atenção do jogador . . . . .	118
Figura 80 – Gráfico sobre a percepção de imersão do jogar ao jogar BORA CATÁ . .	119
Figura 81 – Gráfico sobre a percepção de ambiente ao redor do jogador ao jogar BORA CATÁ . . . . .	120
Figura 82 – Gráfico sobre a percepção de relevância para os interesses do jogador .	121
Figura 83 – Gráfico sobre a percepção de relação de entre uma disciplina de temática ambiental e o conteúdo do jogo . . . . .	122
Figura 84 – Gráfico sobre a percepção de aprovação do método de ensino através de jogo . . . . .	123
Figura 85 – Gráfico sobre a percepção de preferência em aprender com este jogo à outra forma de ensino . . . . .	124
Figura 86 – Gráfico sobre a percepção de contribuição feita pelo BORA CATÁ na aprendizagem sobre o meio ambiente . . . . .	125
Figura 87 – Gráfico sobre a percepção de eficiência na aprendizagem propiciada pelo BORA CATÁ . . . . .	126
Figura 88 – Gráfico sobre a percepção de contribuição do BORA CATÁ na aquisição de novos hábitos . . . . .	127
Figura 89 – Gráfico sobre a percepção de aprendizado que o BORA CATÁ permitiu no entendimento dos jogadores sobre coleta seletiva . . . . .	128

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Cores das lixeiras e seus respectivos resíduos . . . . .	17
Tabela 2 – Percentual sobre o total de ALUNOS que utilizaram computador ou Internet para realizar atividade. . . . .	25
Tabela 3 – Campo de aplicação do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo . . . . .	52
Tabela 4 – Tipo de Programa do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo . . . . .	53
Tabela 5 – Jogos encontrados no Google Acadêmico abrangendo os últimos 5 anos (2019 até 2023) . . . . .	54
Tabela 6 – Tabela do Canvas Endo-GDC . . . . .	64

## **Lista de abreviaturas e siglas**

EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ESA	Entertainment Software Association
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPCA	Mestrado Profissional em Ciências Ambientais
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>QUESTÕES DE PESQUISA</b>	<b>26</b>
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>26</b>
<b>1.4</b>	<b>ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>CONCEITOS FUNDAMENTAIS</b>	<b>28</b>
<b>2.1</b>	<b>JOGOS</b>	<b>28</b>
2.1.1	JOGOS DIGITAIS	28
2.1.2	JOGOS COM PROPÓSITO	29
2.1.2.1	TIPOS DE JOGOS SÉRIOS	29
2.1.2.1.1	<i>ADVERGAMES</i>	29
2.1.2.1.2	<i>EDUTAINMENT GAMES</i>	30
2.1.2.1.3	<i>GAME-BASED LEARNING</i>	31
2.1.2.1.4	<i>NEWSGAMES</i>	32
2.1.2.1.5	<i>TRAINING AND SIMULATION GAMES</i>	33
2.1.2.1.6	<i>PERSUASIVE GAMES</i>	35
2.1.2.1.7	<i>ORGANIZATIONAL DYNAMIC</i>	36
2.1.2.1.8	<i>GAMES FOR HEALTH</i>	37
2.1.2.1.9	<i>ART GAMES</i>	38
2.1.2.1.10	<i>MILITAINMENT GAMES</i>	39
2.1.3	DESIGN DE JOGOS E A TÉTRADE ELEMENTAR DE SCHELL	40
<b>2.2</b>	<b>O QUE É UM CANVAS</b>	<b>42</b>
2.2.1	GAME CANVAS ENDO-GDC	42
<b>2.3</b>	<b>MEEGA+: UM MODELO PARA A AVALIAÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS</b>	<b>44</b>
2.3.1	INTRODUÇÃO	44
2.3.2	MÉTODO DO MEEGA+	45
<b>2.4</b>	<b>A CODIFICAÇÃO POR CORES NA GESTÃO DE RESÍDUOS</b>	<b>47</b>
2.4.1	AZUL – PAPEL/PAPELÃO:	47
2.4.2	VERDE – VIDRO:	47
2.4.3	AMARELO – METAIS:	47
2.4.4	VERMELHO – PLÁSTICOS:	48
2.4.5	MARROM – RESÍDUOS ORGÂNICOS:	48
2.4.6	CINZA – RESÍDUOS NÃO RECICLÁVEIS OU MISTOS:	48
2.4.7	LARANJA – RESÍDUOS PERIGOSOS:	48
2.4.8	BRANCO – RESÍDUOS DE SAÚDE:	48

<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>49</b>
<b>3.1</b>	<b>INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR NO INPI</b>	<b>49</b>
3.1.1	STRING DE BUSCA NO INPI	50
<b>3.2</b>	<b>STRING DE BUSCA NO GOOGLE ACADÊMICO</b>	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>PROPOSTA DE SOLUÇÃO</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>58</b>
<b>5.1</b>	<b>EXECUÇÃO</b>	<b>58</b>
<b>5.2</b>	<b>ETAPA DA CONCEPÇÃO</b>	<b>59</b>
5.2.1	DEFINIÇÃO DE TEMA E ASPECTOS DO JOGO	60
5.2.2	DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS	60
<b>5.3</b>	<b>ETAPA DE ESTRUTURAÇÃO</b>	<b>61</b>
5.3.1	PREENCHIMENTO DO CANVAS ENDO-GDC	62
<b>5.4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>64</b>
5.4.1	A PLATAFORMA UNITY	65
5.4.1.1	POSSIBILIDADES	65
5.4.1.2	DESAFIOS	66
5.4.1.3	LIMITAÇÕES	66
5.4.1.4	CONSIDERAÇÕES	67
5.4.2	CONCEPÇÃO DO BOTA CATÁ	67
5.4.2.1	FERRAMENTAS INICIAIS	68
5.4.2.2	GAMEPLAY	68
5.4.2.2.1	<i>TELAS INFORMATIVAS</i>	79
5.4.2.2.2	<i>PROGRAMAÇÃO</i>	83
5.4.2.2.3	<i>ETAPA DE TESTES</i>	88
5.4.3	TESTES DE DESEMPENHO	88
<b>5.5</b>	<b>ETAPA DA PESQUISA DE OPINIÃO</b>	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>AVALIAÇÃO DA PROPOSTA</b>	<b>90</b>
<b>6.1</b>	<b>PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO</b>	<b>90</b>
<b>6.2</b>	<b>PERFIL DOS PARTICIPANTES</b>	<b>90</b>
<b>6.3</b>	<b>EXPERIÊNCIA DO JOGADOR</b>	<b>95</b>
6.3.1	USABILIDADE	96
6.3.1.1	ESTÉTICA	96
6.3.1.2	APRENDIZAGEM	97
6.3.1.3	OPERABILIDADE	100
6.3.1.4	ACESSIBILIDADE	102
6.3.2	EXPERIÊNCIA DO JOGADOR	104
6.3.2.1	CONFIANÇA	104

6.3.2.2	DESAFIO . . . . .	105
6.3.2.3	SATISFAÇÃO . . . . .	108
6.3.2.4	INTERAÇÃO SOCIAL . . . . .	112
6.3.2.5	DIVERSÃO . . . . .	115
6.3.2.6	ATENÇÃO FOCADA . . . . .	117
6.3.2.7	RELEVÂNCIA . . . . .	120
6.3.2.8	PERCEÇÃO DE APRENDIZAGEM . . . . .	124
<b>6.4</b>	<b>ANÁLISE DAS QUESTÕES QUALITATIVAS . . . . .</b>	<b>129</b>
6.4.1	PONTOS FORTES . . . . .	129
6.4.2	PONTOS FRACOS . . . . .	130
6.4.3	COMENTÁRIOS ADICIONAIS POR PARTE DOS JOGADORES . . . . .	131
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>132</b>
<b>7.1</b>	<b>RECAPITULAÇÃO DOS PRINCIPAIS PONTOS DISCUTIDOS NA DISSERTAÇÃO . . . . .</b>	<b>132</b>
<b>7.2</b>	<b>RESPOSTA À QUESTÃO DE PESQUISA E CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS . . . . .</b>	<b>133</b>
7.2.1	QUESTÃO PRINCIPAL . . . . .	133
7.2.2	SUB-QUESTÕES . . . . .	134
7.2.3	CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS . . . . .	134
<b>7.3</b>	<b>DISCUSSÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO . . . . .</b>	<b>135</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>137</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos problemas ambientais mundiais, a questão do lixo é das mais preocupantes e diz respeito a cada um de nós. Assim, a abundância de produtos recicláveis, que poderiam ser reaproveitados, são inutilizados na sua forma de destino. De acordo com Azevedo (1996), isto implica em uma grande perda ambiental, devido ao potencial altamente poluidor e do mau gerenciamento dos resíduos gerados, comprometendo a qualidade do ar, solo e, principalmente, das águas.

A reciclagem visa a diminuição da poluição do solo, água e ar. Por exemplo, o lixo acumulado é uma das causas de enchentes por obstrução de rios e canais. A reciclagem também promove a limpeza na cidade, reduz a estocagem de lixo, melhora na qualidade de vida da população, gera empregos em cooperativas, institutos, entre outros e por final, contribui para formar uma consciência ecológica e valorização da limpeza pública.

Neste sentido, (Silva *et al.*, 2002) afirma que: “Para amenizar a problemática dos resíduos sólidos é preciso sensibilizar os seres humanos no sentido de reduzir o consumo, reutilizar e reciclar os resíduos gerados e repensar as atitudes que degradam o meio ambiente, principalmente no que se refere ao destino e acondicionamento dos resíduos produzidos”. Nesta perspectiva, o ensino e as práticas pedagógicas que envolvam a educação ambiental devem favorecer a formação do aluno cidadão crítico e consciente. Conforme Lemos, Lima e Alvim (1999) abordar a problemática da produção e destinação do lixo no processo de educação é um desafio, cuja solução passa pela compreensão do indivíduo como parte atuante no meio em que vive.

Esta consciência socioambiental é promovida de diferentes formas, principalmente em trabalho conjunto com as crianças, pois elas que se desenvolverão com boas práticas de cidadania. Para Arón e Milicic (1994) a família e a escola são os primeiros meios sociais da criança, então, vendo seus pais com boas práticas, estas práticas serão aprendidas e reproduzidas pela criança. A escola promovendo uma educação ambiental contribui da mesma forma.

Contemporaneamente, devido ao aumento massivo e popularização de dispositivos digitais e aplicativos, o acesso à informação se tornou mais facilitado, rápido e interativo. As crianças são fascinadas por computadores, tablets, videogames e smartphones. Desta forma, a tecnologia se torna uma aliada no estímulo deste aprendizado de cidadania e preservação do meio ambiente.

Nessa perspectiva, Cruz Júnior e Nascimento (2016) defende que a tecnologia não é a salvação da educação e nem lhe dará todos os respaldos para buscá-la, mas é um novo e interessante instrumento.

Segundo Tarouco, Konrath e Grandó (2004) , “os jogos podem ser ferramentas instrucionais eficientes, pois eles divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais

e intelectuais do jogador”.

Desta forma, surgiu o BORA CATÁ, um jogo digital que promove educação ambiental através do ato de triagem de recolhimento do resíduo de forma fácil, divertida e muito eficaz aos que o jogam.

Pensado para atender o público que se utilizam do sistema operacional da Microsoft, popularmente conhecido como Windows. A escolha se justifica pelo fato de ser o sistema presente na maioria dos computadores pessoais. A ideia do BORA CATÁ é promover o aprendizado de forma divertida, uma vez que usará imagens, sons e animações para garantir que os jogadores assimilem melhor o aprendizado.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A poluição da água representa uma grave ameaça à saúde humana e à preservação ambiental, com mais de 100 milhões de brasileiros sem acesso à coleta de esgoto. Em resposta a isso, o GOVERNO FEDERAL MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2021) lançou em 2021 o Programa Rios+Limpos, uma iniciativa direcionada à melhoria da gestão de efluentes e do saneamento básico em todo o país. A intenção foi trabalhar pela despoluição de rios, proteção da biodiversidade e equilíbrio ecossistêmico, proporcionando mais saúde para todos os brasileiros.

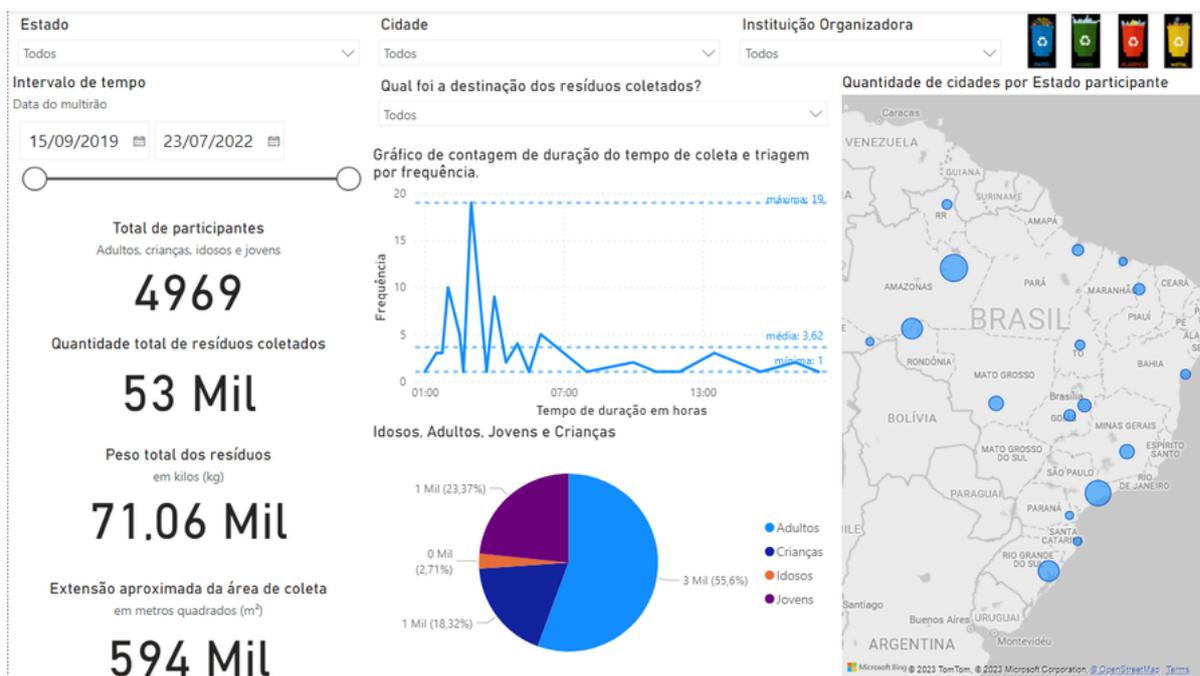
Vivemos em uma época em que a coleta seletiva não é apenas uma prática útil, mas uma necessidade absoluta. Os seres humanos estão produzindo resíduos em um ritmo sem precedentes, incluindo papel, metal, vidro e plástico. Ainda assim, uma lacuna significativa persiste na conscientização e compreensão da importância da coleta seletiva, a qual é crucial para a gestão eficaz desses resíduos.

Esta problemática se manifesta em todos os aspectos da nossa vida cotidiana, da poluição doméstica até os resíduos em nossos bairros e parques. As consequências desta gestão inadequada de resíduos são evidentes e alarmantes, conforme demonstrado pelos dados do governo. Esses dados ressaltam a urgência da situação e a necessidade de ação imediata.

Nesse contexto, o jogo digital BORA CATÁ foi desenvolvido como uma solução inovadora e interativa para abordar esta questão. Por meio de um jogo, visa-se não apenas educar os usuários sobre os diferentes tipos de resíduos e como eles devem ser adequadamente descartados mas também conscientizá-los sobre o impacto de suas ações na saúde do nosso planeta.

Abaixo, conforme a Figura 1, temos um dashboard desenvolvido através da ferramenta Microsoft Power BI com o uso da base de dados do MMA Rio+Limpos, uma ação que começou em 2019, porém só foi lançada em 2021.

Figura 1 – Dashboard Rios + Limpos.



Fonte: O autor.

Observa-se que no canto superior direito, há a predominância de quatro pictogramas representados os resíduos não-orgânicos mais comuns, sendo eles o papel, o vidro, o plástico e o metal. A Tabela 1 ilustra correlação entre as cores das lixeiras e seus respectivos resíduos.

Tabela 1 – Cores das lixeiras e seus respectivos resíduos

Cor	Tipo de resíduo
Azul	Papel
Verde	Vidro
Vermelho	Plástico
Amarelo	Metal

Elaboração própria

Na Figura 2 podemos observar o quantitativo de resíduos tipo papel coletados durante a ação.

Figura 2 – Resíduos do tipo papel.



Fonte: O autor.

Na Figura 3 podemos observar o quantitativo de resíduos tipo vidro coletados durante a ação.

Figura 3 – Resíduos do tipo vidro.



Fonte: O autor.

Na Figura 4 podemos observar o quantitativo de resíduos tipo plástico coletados durante a ação.

Figura 4 – Resíduos do tipo plástico.



Fonte: O autor.

Na Figura 5 podemos observar o quantitativo de resíduos tipo plástico coletados durante a ação.

Figura 5 – Resíduos do tipo metal.



Fonte: O autor.

Os dados sugerem que, apesar dos esforços em curso, ainda há muito trabalho a ser feito. De um total de 4.969 participantes em uma ação recente de coleta, apenas 925 eram

crianças, grupo este que seria o público-alvo do jogo digital BORA CATÁ. Contudo, todos os participantes conseguiram coletar um total de 71,06 toneladas de lixo, demonstrando o potencial impacto que ações de coleta seletiva podem ter quando facilitadas por ferramentas eficazes.

A criação do jogo digital BORA CATÁ se baseia em conexão e compromisso com as metas e objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2023b). Conforme ilustrado na Figura 6, especificamente as metas 4, 12, 13, 14 e 15. O jogo se empenha em aumentar a conscientização sobre a coleta seletiva, uma prática fundamental para a gestão sustentável de resíduos sólidos e a proteção do meio ambiente.

Figura 6 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU (2023)

A Figura 7 apresenta meta nº 4 do ODS da ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2023a) que se concentra na garantia de uma educação de qualidade para todos, promovendo oportunidades de aprendizado ao longo da vida. O jogo se alinha a esta meta ao proporcionar de forma educativa o aprendizado sobre coleta seletiva e reciclagem. De maneira lúdica e interativa, o BORA CATÁ permite aos jogadores, independentemente da idade, entender a importância e a necessidade dessas práticas em nossa vida cotidiana.

Figura 7 – ODS 4.



Fonte: ONU (2023)

Em destaque o item 4.7 que diz:

Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

A ODS 12, conforme ilustrado pela Figura 8, busca garantir padrões de consumo e produção sustentáveis. Ao focar em coleta seletiva, o jogo digital promove a redução, reutilização e reciclagem de resíduos, contribuindo assim para a meta de minimizar o desperdício e gerenciar eficientemente nossos recursos naturais.

Figura 8 – ODS 12.



Fonte: ONU (2023)

Em destaque o item 12.5 que diz:

Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

Em destaque o item 12.8 que diz:

Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.

A ODS 13, conforme ilustra a Figura 9, da ONU instiga a tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Através do engajamento dos jogadores na coleta e na classificação correta dos resíduos, o jogo digital apoia a mitigação da mudança climática, reduzindo a quantidade de lixo que acabaria em aterros e emitiria gases de efeito estufa.

**Figura 9 – ODS 13.**



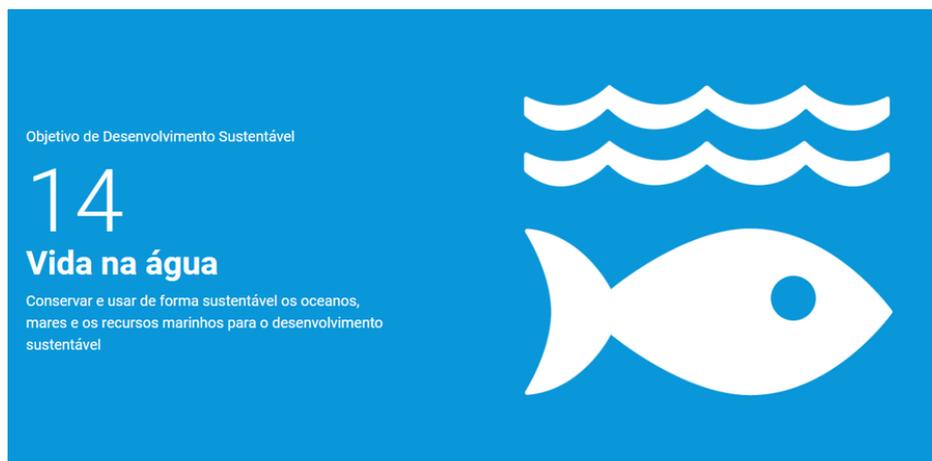
Fonte: ONU (2023)

Em destaque o item 13.3 que diz:

Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.

A ODS 14, conforme ilustra a Figura 10, se dedica a conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. O jogo apoia essa meta através das fases que ocorrem na floresta e possui um trecho de rio cruzando a mesma, ressaltando a necessidade de proteger nossos ecossistemas marinhos do lixo e do descarte inadequado de resíduos.

Figura 10 – ODS 14.



Fonte: ONU (2023)

Em destaque o item 14.1 que diz:

Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

Por fim, a ODS 15, conforme ilustra a Figura 11, se dedica à proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres. O jogo apoia esta meta através das fases que ocorrem na floresta, ressaltando a necessidade de proteger nossos ecossistemas naturais do lixo e do descarte inadequado de resíduos.

Figura 11 – ODS 15.



Fonte: ONU (2023)

Em destaque o item 15.1 que diz:

Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas,

zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.

“Porque os jogos nos tornam melhores e podem mudar o mundo”. Com esse pensamento em mente, McGonigal (2011) inicia seu livro e nos convida a pensar em como os games podem mudar o mundo em que vivemos. Segundo Albornoz (2009), dentre as tecnologias, temos os jogos digitais, que despertam um grande fascínio nos seres humanos, em especial nos jovens estudantes. Esta afirmação fica evidente quando analisamos os dados da pesquisa feita pela pesquisadora McGonigal (2017), no qual constatou que o número de horas gastas pelos jogadores no mundo acaba sendo, por semana, superior 22 horas. Acredita-se que esse tempo passado jogando criou uma geração de jogadores que tem sua vida permeada por esse hábito e que o melhor caminho para atingir essa nova geração, inclusive para a educação, é fazer o uso dos jogos digitais segundo McGonigal (2011).

Também constatamos, a partir dos dados da pesquisa realizada pelo CETIC.BR (2012), conforme a Tabela 2 que os jogos digitais educativos estão presentes nas escolas, mas, mesmo assim, eles são mais utilizados fora desse contexto<sup>1</sup> (2), ou seja, em casa. Desta forma, é relevante estudar os jogos digitais, já que essa mídia está muito presente na vida dos jovens.

---

<sup>1</sup> Base: 4 620 alunos que já utilizaram o computador ou Internet para jogar jogos educativos. Respostas múltiplas e estimuladas

**Tabela 2 – Percentual sobre o total de ALUNOS que utilizaram computador ou Internet para realizar atividade.**

Percentual		Jogar jogos educativos		
		Na escola	Em casa	Em outro local
Total		24	60	27
Sexo	Feminino	27	61	26
	Masculino	22	60	28
Região	Norte/Centro-Oeste	34	50	24
	Nordeste	22	47	41
	Sudeste	17	73	21
	Sul	44	58	17
Dependência Administrativa	Pública Municipal	33	45	35
	Pública Estadual	20	63	27
	Total – Públicas	25	55	30
	Particular	19	84	10
SÉRIE	5º ano do EF	32	52	31
	9º ano do EF	19	64	26
	2º ano do EM	18	72	1

CETIC.BR Educação - Centro de estudos sobre as tecnologias da informação e da Comunicação 2012, p. 476.

Estudos conduzidos por Santana (2008) e McGonigal (2011) evidenciam a expansão dos jogos eletrônicos no cenário social contemporâneo. Jane McGonigal, especialista em jogos digitais e designer de jogos, em sua análise de 2011, apresenta estatísticas pertinentes à adoção de jogos na cultura norte-americana. Conforme suas referências, informações fornecidas pela ESA (2012) indicam a ampla variedade presente no mercado de jogos nos Estados Unidos. Certos aspectos são particularmente relevantes, conforme elucidado no estudo subsequente:

- 69% dos chefes de família dedicam-se regularmente aos jogos digitais;
- 97% dos jovens dedicam-se aos jogos de computador ou consoles;
- 40% dos jogadores são do sexo feminino;

- 25% dos jogadores têm mais de 50 anos de idade;
- O jogador médio tem 35 anos e joga há mais de 10 anos;
- A maioria dos jogadores espera continuar jogando até os resto de suas vidas.

McGonigal destaca que não apenas os jovens se envolvem com jogos. A média de idade dos jogadores é de 35 anos, e um quarto deles tem mais de 50 anos. Aqueles com 35 anos provavelmente cresceram durante o apogeu dos arcades. É provável que essa geração tenha se familiarizado com os jogos digitais e, conforme a pesquisadora sugere, deseja manter esse hábito por toda a vida.

Dessa forma, torna-se crucial explorarmos a influência dos jogos digitais para que se integrem e interajam com o cenário educacional. Sejam essas integrações e interações em disciplinas como as presentes no Ensino Fundamental tanto quanto as presentes no Ensino Médio, haja vista que hábitos aprendidos tendem a se tornarem duradouros.

## 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Baseando-se na justificativa e no problema descrito, este trabalho busca analisar a questão principal: “De que maneira o software educativo BORA CATÁ impacta a conscientização ambiental de adultos entre 18 e 30 anos, e qual é a percepção desse grupo sobre sua eficácia?”

É importante, portanto, que ao final do trabalho as seguintes perguntas possam ser respondidas:

- Qual é o impacto quantitativo e qualitativo do software educativo BORA CATÁ na conscientização ambiental e na adoção de práticas de coleta seletiva entre adultos?
- Como o jogo BORA CATÁ é percebido por diferentes faixas etárias e quais elementos do jogo são mais eficazes para engajar tanto adultos quanto crianças na temática da coleta seletiva e gestão de resíduos?
- Quais são as implicações de longo prazo do uso do software BORA CATÁ na formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente?

## 1.3 OBJETIVO

Este trabalho tem como principal objetivo elaborar de um jogo digital educativo que, através de sua jogabilidade, tenha como propósito persuadir e conseqüentemente alterar atitudes e comportamentos dos jogadores em relação à coleta seletiva e gestão de resíduos.

Com objetivos secundários, pode-se listar:

- Estabelecer os principais conteúdos e mecânicas do jogo que abordem diretamente a temática da coleta seletiva.
- Coletar feedback dos jogadores sobre a clareza das instruções e objetivos dentro do jogo.
- Registrar quaisquer sugestões ou melhorias propostas pelos jogadores durante as sessões de teste.
- Medir o nível de satisfação e entretenimento dos jogadores após a interação com o jogo.
- Coletar *insights* sobre os desafios e obstáculos mais comuns enfrentados pelos jogadores ao longo da jogabilidade.
- Avaliar a facilidade de uso e a intuitividade da interface do jogo para diferentes faixas etárias.

O principal foco deste trabalho, portanto, está na construção de um jogo digital educacional. Jogo este que permite ao apresentar informações, situações e cenários o jogador tomar livremente ações ambientais ao descartar corretamente os resíduos em local apropriado. Descartando em local apropriado repetidas vezes e em diversas situações, temos a oportunidade de um maior entendimento e compreensão de conceitos ambientais, contribuindo para uma educação ambiental de melhor qualidade para a sociedade.

#### **1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura textual deste trabalho dá-se pela construção de capítulos, cada qual apresentando diferentes ideias. O trabalho se organiza da seguinte forma:

Capítulo 2: Discute conceitos fundamentais, tornando-os claros para leitores de todas as especialidades;

Capítulo 3: Revisa trabalhos correlatos e sua relação com o presente estudo;

Capítulo 4: Introduz a proposta de solução, delineando o objetivo central deste estudo;

Capítulo 5: Detalha a metodologia adotada e o processo de desenvolvimento, abordando técnicas aplicadas;

Capítulo 6: Mostra os resultados do sistema e suas avaliações pelos envolvidos;

Capítulo 7: Analisa os resultados, discute insights e sugere direções para pesquisas futuras.

## 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Este capítulo visa elucidar conceitos relacionados ao tema deste trabalho, de modo a garantir entendimento ao leitor independente de sua área de *expertise*.

### 2.1 JOGOS

A definição exata de “jogo” não é universalmente acordada. Xexéo *et al.* (2017) observa que não existe uma única definição conclusiva do que é um jogo, mas muitas interpretações que são, ao menos, parcialmente aceitas e debatidas. No entanto, ressalta a importância de pesquisadores em jogos estabelecerem sua própria definição para contextualizar seu estudo, sugerindo uma descrição que se origina da combinação de diversas outras:

Jogos são atividades sociais e culturais voluntárias, significativas, fortemente absorventes, não-produtivas, que se utilizam de um mundo abstrato, com efeitos negociados no mundo real, e cujo desenvolvimento e resultado final é incerto, onde um ou mais jogadores, ou equipes de jogadores, modificam interativamente e de forma quantificável o estado de um sistema artificial, possivelmente em busca de objetivos conflitantes, por meio de decisões e ações, algumas com a capacidade de atrapalhar o adversário, sendo todo o processo regulado, orientado e limitado, por regras aceitas, e obtendo, com isso, uma recompensa psicológica, normalmente na forma de diversão, entretenimento, ou sensação de vitória sobre um adversário ou desafio. (Xexéo *et al.*, 2017, p.10)

Neste estudo, defini-se jogos como atividades voluntárias em que os jogadores se envolvem, refletindo aspectos sociais e culturais. Eles apresentam desafios, sejam físicos ou mentais, que oferecem uma experiência enriquecedora, podendo levar os participantes a perderem a noção do tempo devido à imersão. Um jogo pode envolver um ou mais jogadores que interagem com um sistema específico, adaptando-se a regras definidas para atingir um objetivo (Schell, 2019).

#### 2.1.1 JOGOS DIGITAIS

De acordo com Jesse Schell (Jesse Schell, 2019), a tecnologia é um elemento central para a constituição de um jogo. Para ele, “tecnologia” não se restringe apenas a dispositivos de alta tecnologia, mas a todo material e interação que possibilita a realização do jogo: “Para um designer de jogos, ‘tecnologia’ é o meio do jogo em si – os objetos concretos que viabilizam sua existência,” (Jesse Schell, 2019).

Tome, por exemplo, o xadrez. Pode ser jogado em uma mesa com um tabuleiro e peças, e esses elementos podem ser de plástico, madeira ou vidro. Já o Jogo da Velha pode ser feito em um papel com um lápis ou caneta, ou em um tabuleiro dedicado com peças. No contexto das tecnologias digitais, temos os jogos digitais. O Tetris, um renomado jogo digital, emprega tecnologia na forma de um computador, uma tela e um dispositivo para registrar as ações do jogador (dispositivo de entrada) (Jesse Schell, 2019).

### 2.1.2 JOGOS COM PROPÓSITO

Jogos apresentam várias categorizações, destinadas a especificar as ideias e funções que proporcionam. Dentre estas categorizações, encontram-se os jogos com propósito, frequentemente referidos como “jogos sérios”. Conforme descrito por Xexéo (XEXÉO, 2017):

A definição mais comum encontrada na literatura sobre Jogos Sérios é que é um tipo de jogo criado com o objetivo principal de não ser somente focado no entretenimento. O entretenimento [...] não é o foco principal desta classe de jogos. Eles utilizam o meio artístico para transmitir mensagens, ensinar lições e fornecer experiências para seus jogadores. Portanto, o termo “sério” aqui não está associado ao jogo ser maçante, desmotivante ou chato, pelo contrário, este termo reflete somente o propósito para que o jogo foi criado. (XEXÉO et al., 2017)

Jogos sérios demonstram ser viável combinar diversão e entretenimento para potencializar, por exemplo, o aprendizado.

Apesar do avanço no uso de Jogos Sérios e das pesquisas nesse campo mostrarem-se promissoras para o desenvolvimento de novas estratégias de educação e treinamento, ainda não há consenso sobre sua classificação. A literatura apresenta diversas categorizações para os jogos sérios, analisando-os com base em seus respectivos propósitos.

Uma abordagem sugere classificá-los com base em critérios como seus principais objetivos (propósito), mídias empregadas, tecnologias aplicadas, gênero, campo de atuação, impactos esperados, valores comunicados, habilidades resultantes ou pelo tipo de alteração comportamental que promovem (Connolly *et al.*, 2012). No entanto, apesar da falta de uma categorização formalmente reconhecida pela comunidade de jogos sérios, é viável identificar uma tendência classificatória observando o propósito subjacente ao jogo (Alves, 2013).

#### 2.1.2.1 TIPOS DE JOGOS SÉRIOS

A necessidade de estabelecer uma definição para o termo “jogo” não visa criar uma barreira rígida entre o conceito de jogos e o de atividades não relacionadas. Nosso propósito é delimitar de maneira fluida aquilo que consideramos como característico de um jogo, sem imposição de fronteiras inflexíveis.

Listou-se a seguir os tipos e jogos sérios conhecidos até o momento, uma breve descrição de cada e um exemplo prático disponível no mercado ao público.

##### 2.1.2.1.1 ADVERGAMES

São jogos eletrônicos desenvolvidos principalmente com o propósito de promoção de marcas, produtos ou serviços. Diferente da publicidade inserida em jogos comuns, os *advergames* têm como foco principal a divulgação, tornando a marca um elemento intrínseco da experiência do jogador, a fim de fortalecer o reconhecimento e a lealdade à marca.

Temos como exemplo o **Doritos VR Battle**<sup>1</sup> que é um jogo do tipo *advergame* que capitaliza o uso crescente de novas tecnologias como a realidade virtual em estratégias de marketing de empresas. Neste jogo de ação, os jogadores enfrentam monstros demoníacos enquanto coletam Doritos em um universo virtual. O jogo pode ser jogado individualmente ou com amigos, competindo para superar o desempenho uns dos outros. Apesar de ser um *advergame* simples, ele exige foco, agilidade e espaço para se mover. Disponível no Steam e Google Play, o jogo oferece uma experiência imersiva que combina diversão com a promoção da marca Doritos.

Figura 12 – Doritos VR Battle



Fonte: Gamerseo (2023).

#### 2.1.2.1.2 EDUTAINMENT GAMES

Fusão das palavras “educação” e “entretenimento”, os jogos de edutainment são projetados tanto para educar quanto para entreter. Eles integram objetivos pedagógicos com elementos lúdicos, oferecendo uma maneira mais envolvente de aprender e reforçar conceitos.

Temos como exemplo o **Math Blaster HyperBlaster 2**<sup>2</sup> que é um jogo Edutainment que se concentra em aprimorar suas habilidades matemáticas por meio de um jogo estilo arcade. O aplicativo apresenta vários mini jogos para cada tópico, como adição, subtração, multiplicação, entre outros. Através desses jogos, é possível melhorar suas habilidades

<sup>1</sup> <https://gamerseo.com/blog/advergaming-examples-how-games-can-give-you-sales/>

<sup>2</sup> <https://www.edsys.in/best-edutainment-games/>

matemáticas ao aprender todos os conceitos básicos de matemática sem ficar entediado. Os níveis do jogo não são complicados e podem ser facilmente dominados.

Figura 13 – Math Blaster HyperBlaster 2



Fonte: Edsys (2023).

### 2.1.2.1.3 GAME-BASED LEARNING

Estes são jogos projetados especificamente para objetivos educacionais. O conteúdo didático é integrado à mecânica e narrativa do jogo, de modo a proporcionar uma experiência de aprendizado imersiva. O objetivo é que, ao jogar, os participantes aprendam e reforcem competências específicas ou adquiram novos conhecimentos.

Temos como exemplo o **OurCity**<sup>3</sup> é um Game-based Learning (aprendizado baseado em jogos) desenvolvido em parceria entre NetHope, a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID), E-Line Media, o Centro de Jogos e Impacto da Universidade Estadual do Arizona e empresas locais e organizações não governamentais na Jordânia.

<sup>3</sup> <https://playxlpro.com/four-key-examples-of-game-based-online-learning/>

O objetivo do jogo é ajudar os jovens a desenvolverem conhecimento cívico, consciência e se tornarem cidadãos engajados para fortalecer comunidades, tornando-as mais saudáveis e capazes de atender às necessidades de seus habitantes.

O jogo se inspira no conceito de **The Sims**. Ele permite aos jovens jogadores construir e desenvolver a cidade do zero, usando recursos disponíveis, enquanto mantém os moradores felizes simultaneamente. Isso demonstra uma abordagem inovadora que combina jogabilidade e aprendizado para promover o engajamento cívico e o entendimento das complexidades da sociedade.

Figura 14 – OurCity



Fonte: Playxipro (2023).

#### 2.1.2.1.4 NEWSGAMES

Como uma intersecção entre jornalismo e design de jogos, os newsgames buscam representar e explorar eventos e questões atuais por meio da mecânica de jogos. São utilizados para transmitir notícias, oferecer comentários ou análise, e tornar a informação mais acessível e envolvente.

Temos como exemplo o **Survive the Century**<sup>4</sup> que é um Newsgames, ou seja, jogos que incorporam elementos de notícias e jornalismo em sua jogabilidade. No jogo, você assume o papel de editor-chefe da organização de notícias mais popular e confiável do

<sup>4</sup> <https://preview-survive-the-century.netlify.app/>

mundo. Com o poder de definir a pauta das notícias, você pode influenciar a mentalidade coletiva. Através das suas decisões, é possível liderar o mundo em direção à utopia ou explorar um caminho mais sombrio, testando até que ponto as coisas podem piorar. Suas escolhas determinarão a sobrevivência da humanidade ao longo do século XXI. O jogo combina interatividade e narrativa para explorar as implicações do poder da mídia na formação da sociedade.

Figura 15 – Survive the Century



Fonte: Netlify.app (2023).

#### 2.1.2.1.5 TRAINING AND SIMULATION GAMES

Estes jogos são desenvolvidos para simular situações e ambientes reais, com o propósito de treinamento ou desenvolvimento de habilidades específicas. Com foco na imitação da realidade, eles permitem aos jogadores experimentar cenários em um ambiente controlado e seguro.

Temos como exemplo o **Airline Tycoon**<sup>5</sup> que é um exemplo de jogo de Treinamento e Simulação. Introduzido por Robert Kleinert e Thomas Holz, esse jogo de simulação de negócios oferece aos jogadores a oportunidade de gerenciar uma companhia aérea

<sup>5</sup> <https://studiousguy.com/business-simulation-games/>

com sucesso. Os participantes têm a chance de começar uma companhia aérea desde o início, realizando negociações diárias com a equipe, organizando o transporte de cargas e personalizando aviões. O jogador desempenha o papel de um gerente de companhia aérea e compete com outros três competidores (outros magnatas).

É responsabilidade do jogador manter as aeronaves para manter os clientes satisfeitos. Comprar novos aviões, gerenciar funcionários, agendar voos, comprar combustível e participar de reuniões são algumas das áreas de trabalho do jogador. O jogo oferece uma experiência realista de gestão de uma companhia aérea, permitindo que os jogadores pratiquem suas habilidades de tomada de decisão e gerenciamento em um ambiente virtual.

Figura 16 – Airline Tycoon



Fonte: Studiosguy (2023).

### 2.1.2.1.6 PERSUASIVE GAMES

Sendo este o tipo de jogo sério que esta dissertação tem como base na produção do BORA CATÁ onde o jogo abordar a temática ambiental de coleta seletiva.

Visando alterar a atitude ou comportamento do jogador em relação a um tema específico, os jogos persuasivos utilizam mecânicas e narrativas projetadas para persuadir. Não se limitam apenas à educação, mas buscam um impacto mais profundo na forma como os jogadores percebem e agem em relação a um tema.

Temos como exemplo o **DEBT SKI**<sup>6</sup> que é um Persuasive Game. Comissionado pela mtvU, a rede universitária da MTV, em conjunto com a Peter G. Peterson Foundation, o jogo destaca os perigos da dívida excessiva, desafiando os jovens a evitar comportamentos financeiros destrutivos e incentivar ações fiscalmente responsáveis. Faz parte da campanha *Indebted* da mtvU, que capacita os jovens a mudar o curso da crise financeira que estão herdando.

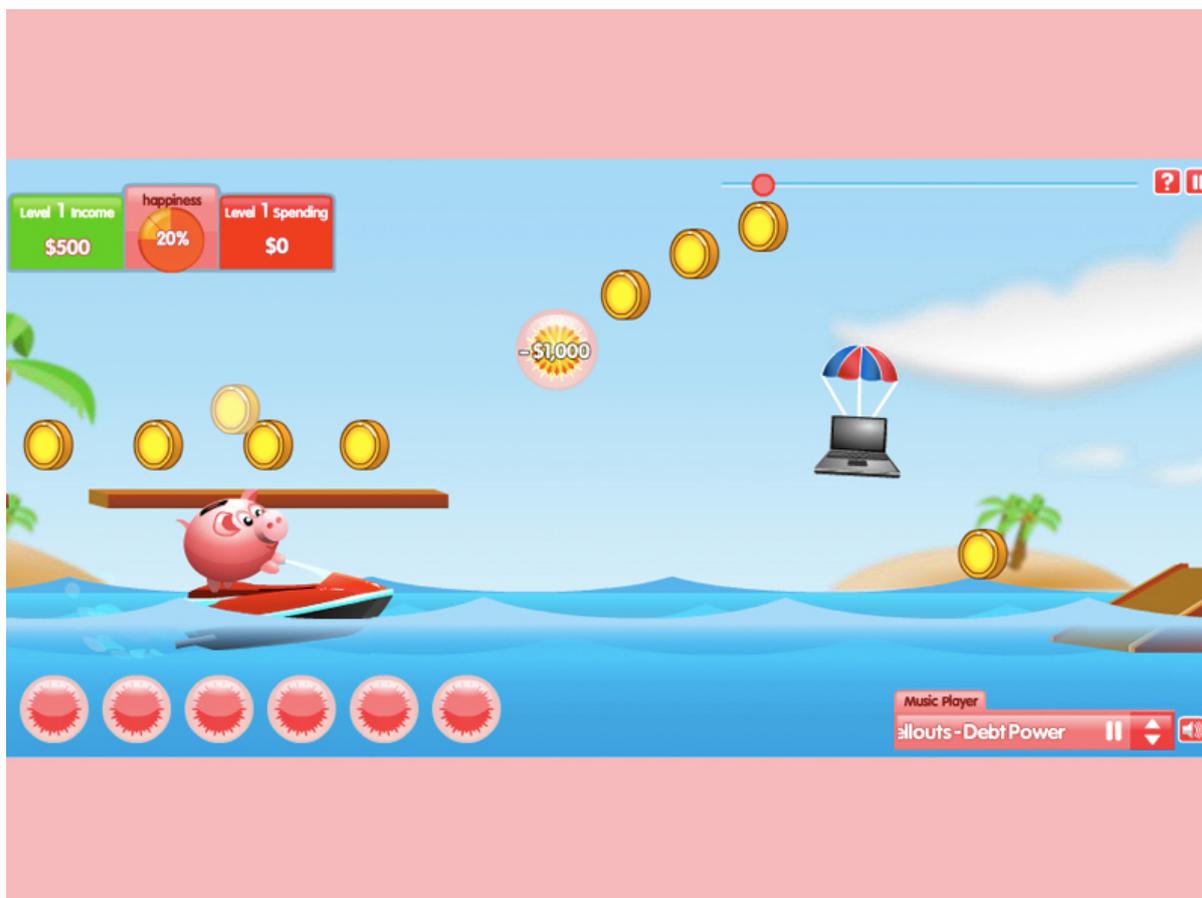
No jogo DEBT SKI, os jogadores devem controlar o personagem central do jogo, Piggy Banks, por uma série de obstáculos para maximizar suas economias, limitar sua dívida e manter seu nível de felicidade, ao mesmo tempo, em que fazem pagamentos por necessidades básicas como moradia e comida. Refletindo as escolhas que os jovens enfrentam todos os dias, Piggy Banks tem a opção de comprar itens discricionários como eletrônicos e roupas, que podem aumentar sua felicidade, mas também mergulhá-lo em dívidas se não forem comprados com moderação. Os jogadores também podem escolher melhorar a aparência e a função da embarcação de Piggy Banks, decidindo se poupam e pagam com dinheiro ou se gastam mais e pagam a crédito.

Os “tsunamis de gastos” representam a maior ameaça ao futuro de Piggy Banks, pois representam eventos inesperados na vida, como despesas médicas ou aumentos nos custos de vida, e têm o potencial de afetar significativamente as economias e aumentar a dívida.

DEBT SKI foi inspirado por Brian Haveri, de Milburn, NJ, que apresentou o conceito vencedor no Desafio Digital *Indebted* da mtvU. O concurso convocou jovens de todo o país a desenvolverem uma ideia criativa para um jogo de vídeo que promovesse as mensagens da campanha *Indebted*.

<sup>6</sup> <https://persuasivegames.com/game/debtski>

Figura 17 – DEBT SKI



Fonte: Persuasivegames (2023).

#### 2.1.2.1.7 ORGANIZATIONAL DYNAMIC

São jogos focados no desenvolvimento pessoal e na formação do caráter. Eles são projetados para promover habilidades interpessoais, tomada de decisão, e compreensão das dinâmicas e estruturas organizacionais.

Temos como exemplo o **NoviCraft**<sup>7</sup> que é um jogo de dinâmica organizacional. Trata-se de uma solução em 3D para treinadores, especialistas em desenvolvimento humano e consultores. O jogo oferece uma plataforma multiplayer pré-estruturada para avaliar, construir e desenvolver líderes, equipes e trabalho em equipe em organizações modernas, focando na construção de habilidades de liderança e fortalecimento de equipes.

<sup>7</sup> <https://serious.gameclassification.com/EN/games/14563-Novicraft/index.html>

Figura 18 – NoviCraft



Fonte: Serious.gameclassification (2023).

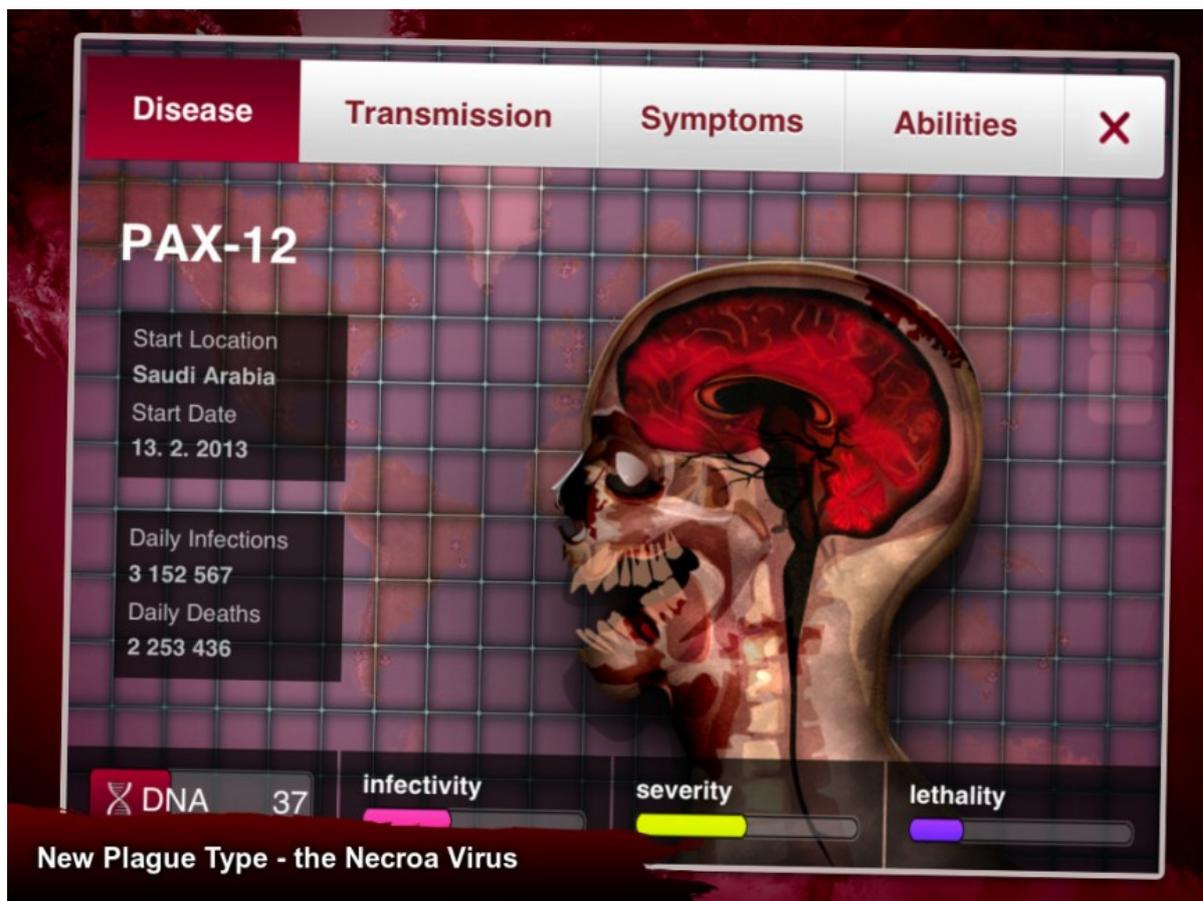
#### 2.1.2.1.8 GAMES FOR HEALTH

Estes jogos são projetados especificamente para aplicações na área da saúde. Podem ser usados para educar sobre temas de saúde, simular procedimentos médicos, oferecer terapia e reabilitação, ou para promover estilos de vida saudáveis.

Temos como exemplo o **Plague Inc.**<sup>8</sup> é um de jogo *Games for Health* (jogos para saúde). Uma mistura de estratégia avançada e narrativa realista que simula a propagação de doenças contagiosas. Ao invés de curar doenças, o jogador é desafiado a desenvolver um patógeno mortal para destruir a humanidade. Esse jogo pode ser utilizado para aprender sobre várias doenças letais e os métodos usados para se defender contra infecções, oferecendo uma abordagem educativa para questões de saúde.

<sup>8</sup> <https://www.ndemiccreations.com/en/22-plague-inc>

Figura 19 – Plague Inc.



Fonte: Ndemicrocreations (2023).

#### 2.1.2.1.9 ART GAMES

Mais do que simples entretenimento, os art games têm como foco a expressão artística. Eles exploram ideias, emoções e conceitos por meio da mecânica, estética e narrativa do jogo, muitas vezes desafiando as convenções tradicionais dos jogos.

Temos como exemplo o **LittleBigPlanet 3**<sup>9</sup> que é Art Game. Com ênfase na criatividade e na arte, os jogadores exploram um mundo 3D cheio de níveis, repletos de elementos artísticos únicos e cenários elaborados. A característica distintiva é a capacidade de criar, personalizar e compartilhar níveis próprios, permitindo que a expressão artística floresça. Com uma estética única e ambientes imaginativos, o jogo oferece uma experiência de jogo que visa celebrar a arte e a imaginação.

<sup>9</sup> <https://www.tecmundo.com.br/voxel/jogos/littlebigplanet-3/analise>

Figura 20 – LittleBigPlanet 3



Fonte: Tecmundo (2023).

#### 2.1.2.1.10 MILITAINMENT GAMES

Uma combinação de “militar” e “entretenimento”, estes jogos são utilizados para simulações de treinamento militar e estratégico. Projetados para refletir operações militares com alto grau de precisão, são usados tanto para treinar pessoal militar quanto para informar ou entreter o público geral sobre questões militares.

Temos como exemplo o **Arma 3**<sup>10</sup> que é um jogo de simulação militar que combina elementos de ação e estratégia. Com um foco na autenticidade, ele oferece aos jogadores uma experiência detalhada de combate moderno. Além disso, o jogo busca combinar entretenimento e elementos militares. Com gráficos realistas e mecânicas complexas, Arma 3 oferece uma visão envolvente das operações militares, visando oferecer uma experiência de jogabilidade autêntica e, simultaneamente, entreter.

<sup>10</sup> [https://store.steampowered.com/app/107410/Arma\\_3/](https://store.steampowered.com/app/107410/Arma_3/)

Figura 21 – Arma 3



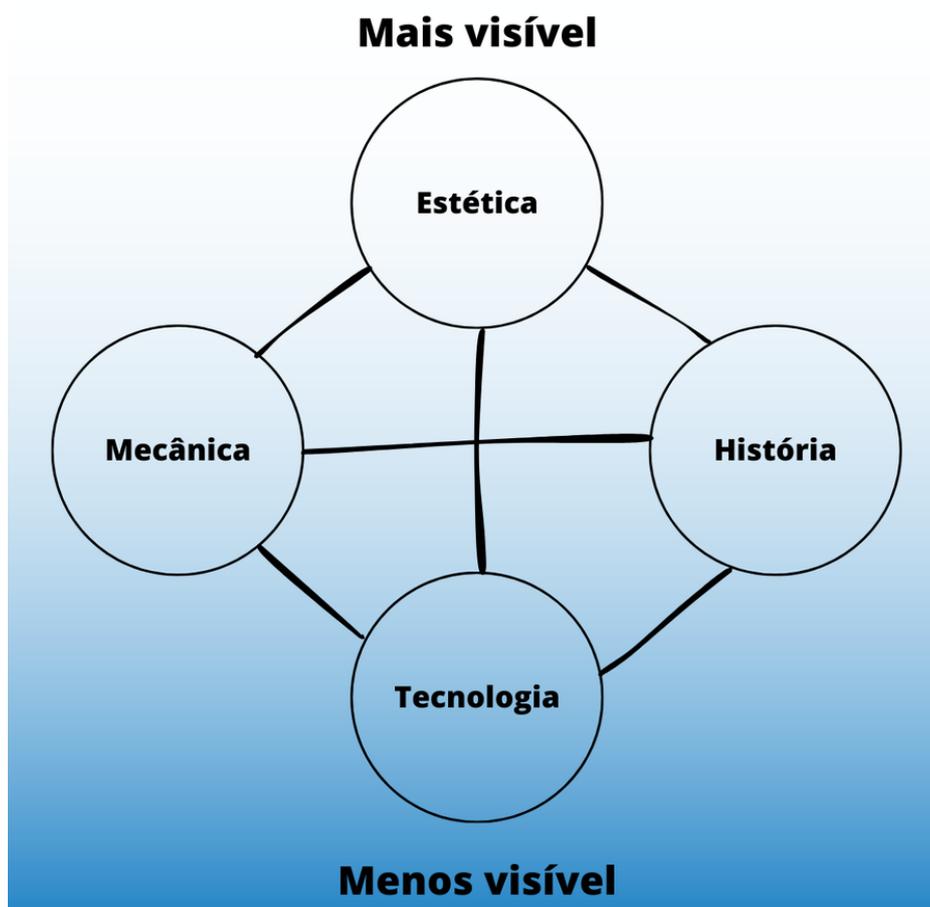
Fonte: Steam (2023).

### 2.1.3 DESIGN DE JOGOS E A TÉTRADE ELEMENTAR DE SCHELL

À medida que a indústria dos jogos se expande, também se desenvolve um corpo de conhecimento sobre sua concepção e execução. Este conhecimento permite compreender fenômenos associados e estabelecer métodos práticos para o design de jogos. Algumas das abordagens contemporâneas incluem a Teoria do Flow (Campos, 2021), o framework MDA (Xexéo; Mangeli; Kirtz, 2017) e a téttrade elementar proposta por Schell (Hofacker; Ruyter; Lurie, 2016).

Jesse Schell delineou que os jogos são fundamentados em quatro alicerces: Tecnologia, Mecânica, História e Estética. Cada um destes alicerces tem um nível de perceptibilidade para o jogador (ver Figura 22). Um alicerce mais perceptível é imediatamente reconhecido pelo jogador ao interagir com o jogo. Estes pilares não só são interdependentes, como também são cruciais para a arquitetura integral de um jogo (Schell, 2019).

Figura 22 – Tétrade Elementar de Schell



Fonte: O autor.

A estética, conforme definido por Schell (2019), abrange a apresentação visual e sonora de um jogo, englobando elementos gráficos, animações, componentes da interface, bem como atributos sonoros, como trilhas musicais e efeitos sonoros. Este componente representa a primeira interação do usuário com o jogo, desempenhando uma função crucial no engajamento e retenção do jogador, graças à sua imediata visibilidade.

A mecânica, por outro lado, é a espinha dorsal que governa as regras e sistemas operacionais do jogo. Ela delinea as ações permitidas aos jogadores, estabelece os objetivos do jogo e configura os níveis e desafios. Apesar de sua importância central na jogabilidade, sua presença muitas vezes permanece sub-reptícia para o jogador, o qual pode não discernir completamente todas as mecânicas intrincadas. No entanto, como Schell (2019) observa, é a mecânica que molda a experiência global do jogador, determinando a interatividade e resposta do jogo.

A história, conforme detalhado por Schell (2019), constitui os elementos que tecem o enredo dentro do ambiente do jogo. Ela serve para imergir o jogador no universo construído, fornecendo contexto e motivação para as ações empreendidas no jogo. A saliência da narrativa pode variar: em alguns gêneros, como RPGs, é proeminente, enquanto em outros,

como o Xadrez, a narrativa é sutil, representando simbolicamente um confronto entre facções adversárias.

Por fim, a tecnologia é o substrato material que viabiliza o jogo, segundo Schell (2019). Ela pode ser tão simples quanto instrumentos tradicionais, como papel e caneta, em jogos como o jogo da velha, ou avançada e complexa, como *hardware* específico e *engines* de *software*, no contexto de jogos digitais.

## 2.2 O QUE É UM CANVAS

O modelo canvas serve como uma ferramenta estratégica que sintetiza em um painel único os elementos-chave relativos ao artefato em desenvolvimento. Ele visa agilizar a formulação e conceituação desses artefatos ao oferecer uma visualização panorâmica da proposta, facilitando o reconhecimento de possíveis falhas e potencializa a comunicação entre os integrantes de um time (Silva; Bittencourt, 2016). A utilização do canvas fomenta a interatividade entre os membros de um projeto, impulsionando um ambiente mais colaborativo e adaptativo a eventuais alterações (Vargas, 2015). Ele também contribui para que o coletivo envolvido tenha uma assimilação mais clara e compreensiva do que está sendo proposto (VARGAS, 2015).

Com o apoio do Canvas, é possível estruturar diversos tipos de artefatos, desde modelos de negócios (Osterwalder, 2004) e esquemas de projetos (Finocchio Júnior, 2013) até produtos (Neves, 2014), experiências do usuário (Prelicz-Zawadzka; Zawadzki, 2016) e conceitos de jogos (Carey, 2015).

### 2.2.1 GAME CANVAS ENDO-GDC

O Endo-GDC, concebido por Taucei (Taucei, 2019), constitui uma ferramenta documental destinada a apoiar o processo de elaboração de jogos. Seu objetivo é estabelecer uma correlação entre os conteúdos pedagógicos e os componentes típicos de jogos, conforme delineado pelo autor:

Uma visão compartilhada do projeto do jogo e a participação do desenvolvimento interativo, são fatores que contribuem de forma positiva para o processo colaborativo no desenvolvimento dos jogos sérios. O Game Design Canvas (GDC) é uma ferramenta que pode contribuir para melhoria desses dois fatores. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento do Endo-GDC, um canvas focado no desenvolvimento de jogos sérios endógenos.” (TAUCEI, 2019)

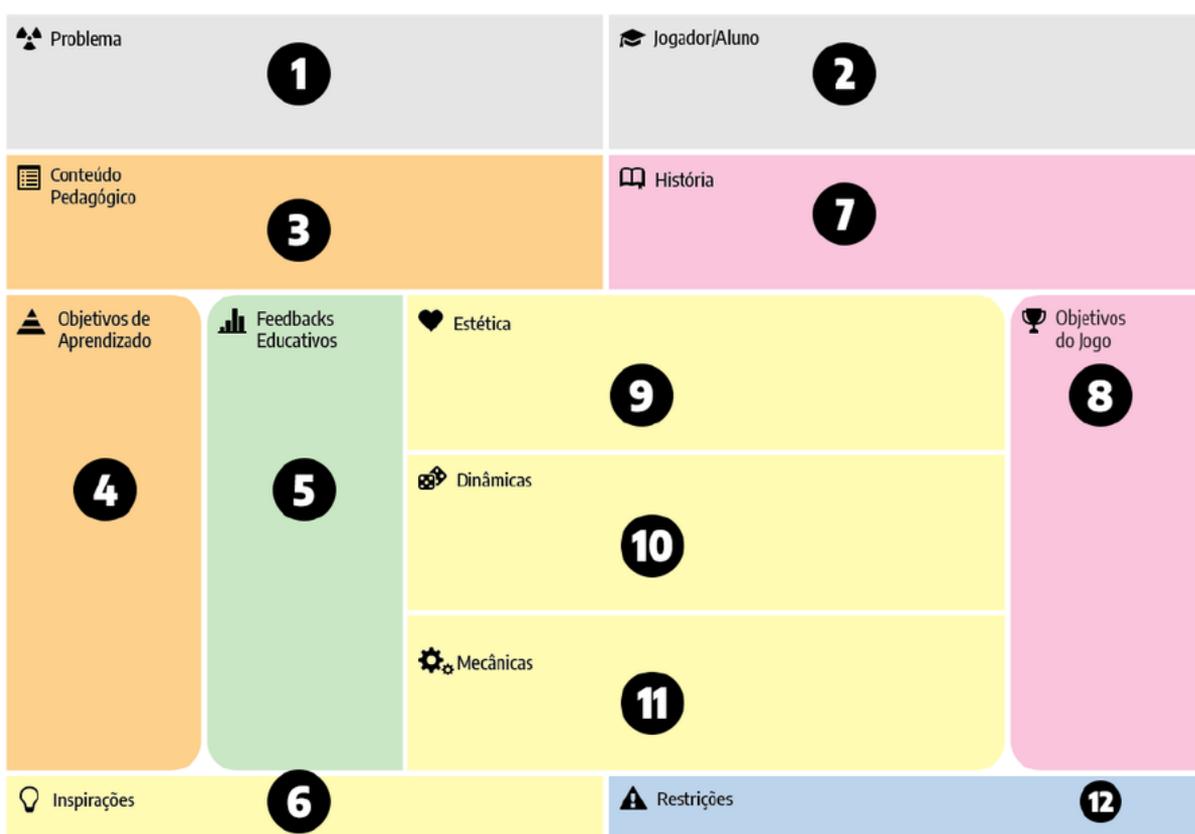
O modelo canvas é organizado em 12 segmentos, sendo eles:

- 1) Problema;
- 2) Jogador/Aluno;
- 3) Conteúdo Pedagógico;

- 4) História;
- 5) Objetivos de Aprendizado;
- 6) Feedbacks Educativos;
- 7) Estética;
- 8) Dinâmicas;
- 9) Mecânicas;
- 10) Objetivos do Jogo;
- 11) Inspirações;
- 12) Restrições.

Esses segmentos são agrupados em 6 blocos e devem ser completados seguindo uma sequência determinada. No decorrer dessa fase, os segmentos foram detalhados conforme as diretrizes especificadas na obra citada. A Figura 23 ilustra o modelo canvas com a sequência de preenchimento sugerida.

**Figura 23 – Representação do Canvas Endo-GDC**



Fonte: Taucei, Bernardo. (2019, p.82).

Neste estudo, o Endo-GDC foi empregado como um referencial para a concepção do design do jogo, sendo complementado por uma etapa adicional de coleta de dados que abrangeu tanto as mecânicas de jogo quanto os objetivos educacionais.

## 2.3 MEEGA+: UM MODELO PARA A AVALIAÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS

### 2.3.1 INTRODUÇÃO

Nos anos recentes, observou-se uma crescente adoção de jogos educativos como ferramenta pedagógica em variados campos do saber, incluindo matemática, informática, saúde e nutrição (Connolly *et al.* (2012); Backlund e Hendrix (2013); Calderón e Ruiz (2015)). Tais jogos, ao combinar elementos típicos de jogos recreativos com objetivos instrucionais específicos, têm o intuito de instruir indivíduos sobre determinados tópicos, aprofundar conceitos, potencializar o desenvolvimento ou até permitir que explorem novas habilidades e posturas durante a gameplay (Dempsey *et al.*, 1996). No campo da informática, essa modalidade de jogo frequentemente proporciona aos estudantes experiências práticas de aprendizagem em ambientes controlados e seguros (Backlund & Hendrix, 2013; Battistella e Wangenheim (2016)).

Há um consenso teórico sobre o potencial dos jogos educativos como uma estratégia pedagógica eficiente. Contudo, na prática, os benefícios advindos de sua utilização pedagógica ainda são motivo de debate, dada a carência de estudos com evidências robustas acerca desses benefícios (Caulfield *et al.* (2011); Connolly *et al.*, 2012; Battistella *et al.* (2017)). Tal lacuna pode ser atribuída, em parte, ao fato de que muitas avaliações desses jogos são conduzidas de maneira não sistematizada, com métodos de coleta e análise de dados pouco rigorosos. Adicionalmente, é comum que as avaliações se restrinjam a feedbacks informais de estudantes ou questionários desenvolvidos sem uma estruturação adequada (Petri & Gresse von Wangenheim, 2017; Boyle *et al.* (2016); Kosa *et al.* (2016); Calderón & Ruiz, 2015; Calderón, Ruiz e O'Connor (2018)). Esta ausência de rigor metodológico, evidente no campo de informática educacional, conforme ressaltado por Bittencourt e Isotani (2018), e a recorrência de amostragens limitadas colocam em xeque a confiabilidade, validade e, conseqüentemente, a qualidade e eficácia destes jogos.

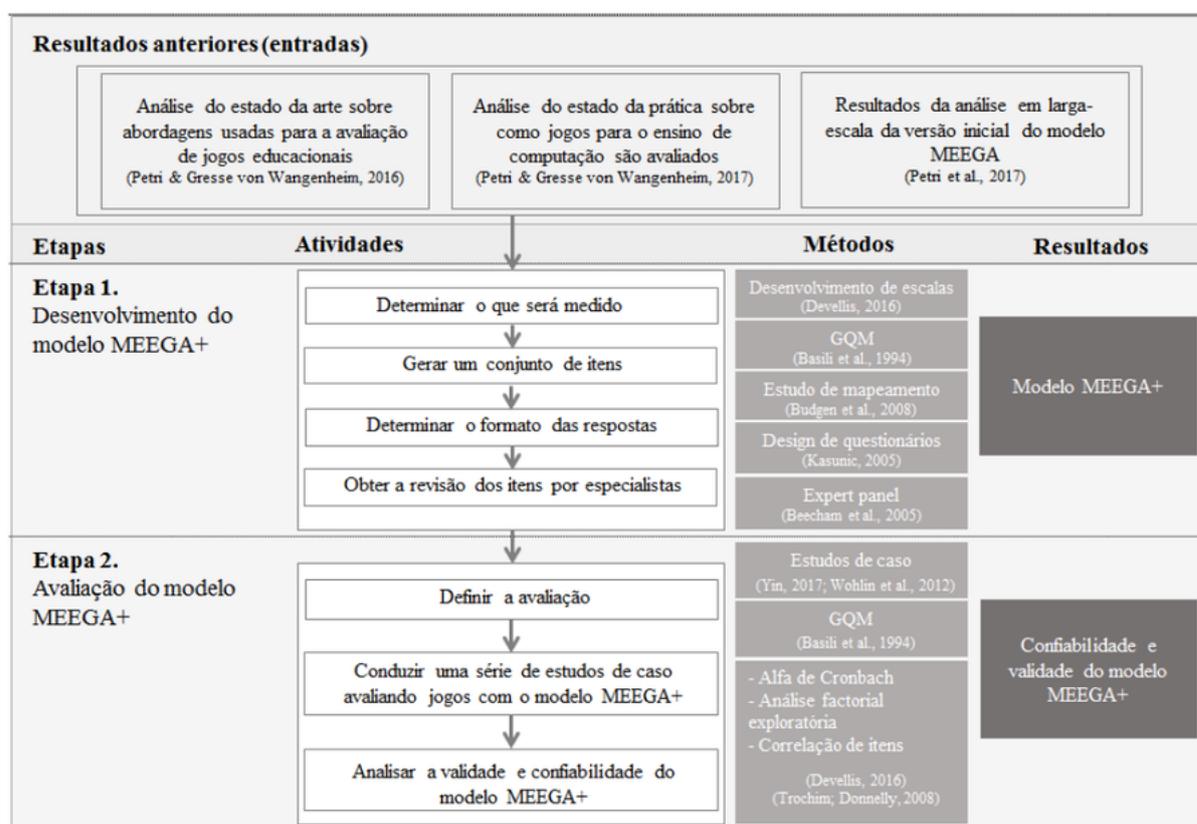
Um dos motivos subjacentes a este cenário pode ser a escassez de metodologias que ofereçam um direcionamento estruturado para avaliações de jogos educativos (Petri & Gresse von Wangenheim, 2016). Na literatura, duas abordagens destacam-se: MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games*) (Savi; Wangenheim; Borgatto, 2011) e EGameFlow (Fu; Su; Yu, 2009). EGameFlow é uma escala desenvolvida para avaliar jogos *e-learning* sob a perspectiva do usuário (Fu *et al.*, 2009). Apesar da sua criação e avaliação sistemáticas, a EGameFlow parece ter sido abandonada pelos seus proponentes (Battistella; Wangenheim, 2016). Por outro lado, MEEGA propõe avaliar jogos educativos

considerando motivação, experiência do usuário e aprendizagem, refletindo as reações dos alunos. Atualmente, percebe-se que o MEEGA é frequentemente adotado como principal metodologia de avaliação nesse domínio (Calderón & Ruiz, 2015; Petri & Gresse von Wangenheim, 2017).

### 2.3.2 MÉTODO DO MEEGA+

Com o intuito de desenvolver e avaliar o modelo MEEGA+, Petri, Wangenheim e Borgatto (2019) adotaram uma abordagem de pesquisa multi-método, conforme ilustrado na Figura 24.

Figura 24 – Método de pesquisa utilizado por Petri (2019)



Fonte: Giani Petri (2019, p.56).

Na Figura 24, temos a **Etapa 1 - Desenvolvimento do Modelo MEEGA+**. A iniciativa de conceber o MEEGA+ surgiu como um avanço natural de seu antecessor, o modelo MEEGA, respaldado por um meticuloso levantamento do estado da arte (Petri *et al.*, 2016) e do estado da prática (Petri; Wangenheim; Borgatto, 2017), bem como pelas constatações da reavaliação do MEEGA (Petri et al., 2017). O desenvolvimento pautou-se nas orientações delineadas por DeVellis e Thorpe (2021) para a elaboração de escalas, bem como no guia para a configuração de questionários avançado por Kasunic (2005).

**Delimitação das Métricas de Avaliação:** Implementando a metodologia GQM (Basili; Caldiera; Rombach, 1994), Petri, Wangenheim e Borgatto (2019) traçou metas específicas de avaliação, que foram, subsequentemente, fragmentadas em unidades mensuráveis. Essas dimensões foram formuladas com o intuito de fundamentar o desenho do instrumento avaliativo, corroborado por um mapeamento conceitual conforme Budgen *et al.* (2008).

**Constituição dos Itens Avaliativos:** Em consonância com questionários padronizados extraídos da literatura, propomos itens específicos. Estes foram avaliados em semelhança e possíveis redundâncias, refinados e moldados em declarações claras e objetivas.

**Estruturação do Formato das Respostas:** A etapa envolveu a definição do método de resposta para os itens avaliativos, fundamentado nos padrões usuais de questionários e nas diretrizes de DeVellis e Thorpe (2021).

**Avaliação Especializada dos Itens:** Com a finalidade de assegurar a validade aparente (Trochim; Donnelly, 2008), um conselho composto por pesquisadores experientes em áreas multidisciplinares, como computação e estatística (Beecham *et al.*, 2005), procedeu com uma revisão meticulosa. As recomendações oriundas dessa análise foram integradas no refinamento do instrumento MEEGA+.

Na figura 24, temos também a **Etapa 2 - Avaliação do Modelo MEEGA+**. O MEEGA+ foi submetido a uma rigorosa avaliação visando determinar a confiabilidade e validade de seu instrumento avaliativo, pautada em diversos estudos de caso (Yin (2017); Wohlin *et al.* (2012)).

**Configuração da Avaliação:** Utilizando o método GQM (Basili *et al.*, 1994), Petri, Wangenheim e Borgatto (2019) delineou o propósito do estudo, decomposto em métricas de qualidade e questões pertinentes. A estrutura da pesquisa e os métodos de coleta de dados foram estabelecidos com base no modelo MEEGA+.

**Execução dos Estudos de Caso:** Diversos jogos voltados para o ensino de computação foram analisados. Após cada sessão lúdica, Petri, Wangenheim e Borgatto (2019) recorreu ao instrumento MEEGA+ para colher percepções dos participantes. A seleção dos mesmos foi efetuada por meio de amostragem não probabilística, utilizando o método de conveniência (Trochim & Donnelly, 2008).

**Análise de Confiabilidade e Validade:** Todos os dados recolhidos foram sintetizados e submetidos a uma análise aprofundada. A consistência interna foi mensurada através do coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), enquanto a validade de constructo foi avaliada por análise fatorial exploratória e com base nas correlações interitem (DeVellis, 2021; Trochim & Donnelly, 2008). Os achados foram examinados no âmbito do ensino de computação para discernir a robustez do instrumento MEEGA+.

O questionário está disponível para *download*<sup>11</sup> na página do Grupo de Qualidade

<sup>11</sup> <http://www.gqs.ufsc.br/quality-evaluation/meega-plus/>

de Software da UFSC.

## 2.4 A CODIFICAÇÃO POR CORES NA GESTÃO DE RESÍDUOS

A conscientização ambiental global tem levado à busca incessante por práticas sustentáveis em diversas esferas da sociedade. Uma das áreas de foco nessa jornada é a gestão eficaz de resíduos sólidos. Para atingir a eficiência no processo de descarte e reciclagem, muitos países adotaram sistemas de codificação por cores em latas de lixo, garantindo a segregação correta dos resíduos.

A segregação de resíduos por cores não é meramente estética, ela representa um compromisso com práticas ambientalmente responsáveis. Para universidades, instituições e o público, compreender profundamente essa codificação é primordial para a eficiência da gestão de resíduos. A reciclagem e a disposição adequada minimizam os impactos ambientais, reduzem o consumo de recursos naturais e promovem uma economia circular, onde materiais são reintegrados ao ciclo produtivo. Assim, a adesão estrita a esse sistema de cores é uma etapa fundamental na jornada rumo à sustentabilidade. A presente dissertação tem, também, como base para a criação do jogo digital a simbologia associada a cada cor e os resíduos designados para cada categoria.

### 2.4.1 AZUL – PAPEL/PAPELÃO:

O compartimento azul é designado para os resíduos de papel e papelão. Engloba produtos como jornais, revistas, envelopes, folhetos e caixas. A reciclagem destes materiais se baseia na reutilização das fibras celulósicas presentes, e por isso, é fundamental que estejam livres de contaminações, como óleo ou alimentos.

### 2.4.2 VERDE – VIDRO:

O vidro, material 100% reciclável, é direcionado ao compartimento verde. Isso inclui itens como garrafas, potes e frascos. Contudo, vidros especiais, como os temperados, espelhos ou lâmpadas, têm processos de reciclagem distintos e não devem ser misturados a esta categoria.

### 2.4.3 AMARELO – METAIS:

Este compartimento recebe desde latas de alumínio até tampas e ferragens. O processo de reciclagem de metais é de suma importância, uma vez que a extração mineral (atividade primária para obtenção de metais) tem impactos ambientais significativos. Assim, reciclar metais pode reduzir a necessidade de exploração mineral.

#### 2.4.4 VERMELHO – PLÁSTICOS:

Os plásticos, derivados do petróleo, são materiais altamente poluentes e de decomposição lenta. O compartimento vermelho é designado para garrafas PET, sacolas, utensílios, entre outros. A reciclagem do plástico contribui para a economia de energia e a redução da poluição.

#### 2.4.5 MARROM – RESÍDUOS ORGÂNICOS:

Esta categoria abarca restos alimentares, cascas, resíduos de jardinagem, entre outros. Estes materiais são frequentemente direcionados à compostagem, processo que transforma resíduo orgânico em composto, que pode ser usado como adubo.

#### 2.4.6 CINZA – RESÍDUOS NÃO RECICLÁVEIS OU MISTOS:

Materiais como fraldas, papéis sujos, cerâmicas, entre outros, que não têm potencial de reciclagem devido à contaminação ou composição, são direcionados ao compartimento cinza.

#### 2.4.7 LARANJA – RESÍDUOS PERIGOSOS:

Estes são os resíduos que apresentam substâncias químicas que podem causar danos ao meio ambiente ou à saúde pública, como pilhas, baterias e certos eletrônicos.

#### 2.4.8 BRANCO – RESÍDUOS DE SAÚDE:

Materiais oriundos de hospitais, clínicas e laboratórios, como seringas, agulhas, curativos e equipamentos contaminados, são depositados no compartimento branco. Esses resíduos requerem tratamentos especializados, como a incineração, para sua disposição segura.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

A validação de qualquer conceito, modelo ou ferramenta é um pilar essencial na pesquisa acadêmica. Ela não apenas confere rigor e credibilidade a um estudo, mas também garante que os resultados obtidos sejam confiáveis e aplicáveis em contextos específicos. Ao nos propormos a estudar e compreender um fenômeno ou propor uma inovação, é crucial situar tal investigação no panorama dos trabalhos preexistentes. Esta contextualização, ao se debruçar sobre trabalhos correlatos, permite identificar lacunas, convergências e divergências no campo de estudo, fundamentando ainda mais a relevância e a necessidade da pesquisa em curso.

Ao analisar trabalhos relacionados, não buscamos apenas evidenciar o que já foi estudado, mas, sobretudo, compreender as metodologias adotadas, os resultados alcançados e as limitações identificadas por outros pesquisadores. Essa análise crítica da literatura é crucial para podermos posicionar nossa pesquisa de forma única e contributiva, destacando sua importância no cenário acadêmico e prático.

Neste capítulo, conduziremos uma revisão detalhada de trabalhos correlatos ao tema central desta dissertação. Esse exercício não só estabelece um fundamento sólido para as etapas subsequentes da pesquisa, mas também ilustra o *continuum* de conhecimento em que este estudo está inserido. Ao final deste capítulo, teremos uma visão abrangente das principais contribuições no campo de estudo e entenderemos o nicho específico e a relevância da pesquisa em desenvolvimento.

#### 3.1 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR NO INPI

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) assume um papel crucial no cenário nacional e internacional ao catalogar e gerenciar uma diversidade de registros associados à propriedade intelectual. Este órgão é responsável por uma série de atividades, que vão desde a avaliação de pedidos de patentes até a concessão de registros de marcas, passando por direitos de desenho industrial e outros elementos correlatos.

Ao considerar o vasto acervo de informações contido no banco de dados do INPI, torna-se evidente a sua importância como fonte primária para pesquisadores e profissionais interessados em avaliar a originalidade de suas inovações ou em mapear o estado da arte em determinadas áreas tecnológicas. Além disso, o INPI é uma ferramenta de valor inestimável para identificar possíveis conflitos de propriedade intelectual, antecipando desafios e possibilitando estratégias mais informadas.

Para conduzir uma pesquisa eficaz no INPI, é fundamental adotar uma metodologia bem definida. Esta pesquisa não se limita apenas à inserção de palavras-chave, mas exige uma análise cuidadosa das strings de busca. As strings devem ser elaboradas de modo a capturar a essência do tema em questão, mas também suficientemente amplas para não

excluir informações potencialmente relevantes. Uma abordagem equilibrada é empregada, combinando termos gerais com aqueles mais específicos, além de considerar possíveis sinônimos e termos relacionados.

Ao longo desta seção, serão apresentados os critérios adotados para a elaboração das strings de busca, bem como os resultados obtidos, destacando-se os registros mais relevantes e suas implicações para o presente estudo.

### 3.1.1 STRING DE BUSCA NO INPI

No INPI, realizaremos a pesquisa com os seguintes campos (filtros) selecionados, conforme Figura 25.

Figura 25 – Tela de Pesquisa de Programa de Computador.

BRASIL | Acesso à informação | Participe | Serviços | Legislação | Canais

Instituto Nacional da  
**Propriedade Industrial**  
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI

[ Início | Ajuda? | Login | Cadastre-se aqui. ]

» Consultar por: [Base Programas](#) | Finalizar Sessão

Forneça abaixo as chaves de pesquisa desejadas. Evite o uso de frases ou palavras genéricas.

**PESQUISA PROGRAMA DE COMPUTADOR**

Contenha o Número do Pedido  ?

Contenha **todas as palavras** no **Título do Programa** ?

Nº de Processos por Página : 20

Fonte: INPI (2023).

As strings utilizadas foram “RECICLAGEM” e “COLETA SELETIVA” que são termos específicos que buscam registros relacionados a esses temas.

- 1) **RECICLAGEM:** Esta string se refere diretamente ao processo de converter resíduos em materiais reutilizáveis ou transformar materiais usados em novos produtos. Ao utilizar essa *keyword* no INPI, você estará procurando por registros que se associem ou se relacionem de alguma forma com o tema de reciclagem.
- 2) **COLETA SELETIVA:** Já esta string está relacionada ao método de coleta onde os materiais recicláveis são separados na fonte geradora, ou seja, pelo próprio cidadão. Ao inserir este termo na busca do INPI, o resultado mostrará registros que têm a ver com sistemas, processos ou produtos relacionados à coleta seletiva.

Ambas as strings são bastante diretas e especificam áreas de interesse dentro do tema maior de sustentabilidade e gerenciamento de resíduos.

As Figuras 26 e 27 ilustram os resultados obtidos.

**Figura 26 – Resultados obtidos com a *string* RECICLAGEM no INPI**

The screenshot shows the INPI search interface. At the top, there is a navigation bar with 'BRASIL' and 'Acesso à informação'. Below this is the logo of the Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Ministério da Economia. The main heading is 'Consulta à Base de Dados do INPI'. There are links for 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. A search bar contains the text 'Consulta à Base de Dados do INPI'. Below the search bar, there are links for '» Consultar por: Base Programas | Finalizar Sessão' and '[ Início | Ajuda? ]'. The search results are displayed under the heading 'RESULTADO DA PESQUISA (14/09/2023 às 20:50:14)'. The search criteria are 'Pesquisa por: Todas as palavras: 'RECICLAGEM no TituloPrograma' \ Foram encontrados 5 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.' The results are shown in a table with columns 'Pedido', 'Depósito', and 'Título'.

Pedido	Depósito	Título
BR 51 2022 002902 2	21/10/2022	Dr. Assistente - Diagnóstico para equipamentos de reciclagem de cédulas
BR 51 2018 051942 3	23/10/2018	Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo
BR 51 2014 001394 4	21/11/2014	RECICLATI - SOFTWARE DE RECICLAGEM DE LIXO ELETROELETRONICO
BR 51 2013 001270 8	20/11/2013	RECICLAGEM
09680-2	19/05/2009	SIRCOI - SISTEMA DE RASTREAMENTO DE RECICLAGEM DE CAPITAIS

Páginas de Resultados:  
1

Fonte: INPI (2023).

**Figura 27 – Resultados obtidos com a *string* COLETA SELETIVA no INPI**

The screenshot shows the INPI search interface. At the top, there is a navigation bar with 'BRASIL' and 'Acesso à informação'. Below this is the logo of the Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Ministério da Economia. The main heading is 'Consulta à Base de Dados do INPI'. There are links for 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. A search bar contains the text 'Consulta à Base de Dados do INPI'. Below the search bar, there are links for '» Consultar por: Base Programas | Finalizar Sessão' and '[ Início | Ajuda? ]'. The search results are displayed under the heading 'RESULTADO DA PESQUISA (14/09/2023 às 20:49:20)'. The search criteria are 'Pesquisa por: Todas as palavras: 'COLETA SELETIVA no TituloPrograma' \ Foram encontrados 4 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.' The results are shown in a table with columns 'Pedido', 'Depósito', and 'Título'.

Pedido	Depósito	Título
BR 51 2019 002900 3	16/12/2019	Recicle - Plataforma de apoio à coleta seletiva
BR 51 2018 051942 3	23/10/2018	Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo
BR 51 2016 001156 4	29/08/2016	SISTEMA DE TECNOLOGIA SOCIAL APLICADO AO GERENCIAMENTO DE COLETA SELETIVA
13507-6	07/08/2012	CSL - COLETA SELETIVA DE LIXO

Páginas de Resultados:  
1

Fonte: INPI (2023).

Dentre os resultados obtidos na pesquisa a mais aderente ao tema desta dissertação foi o **Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo**.

Em detalhes, na Figura 28, observados alguns dados importantes do jogo encontrado, tais como as linguagens usadas como ferramenta, campos de aplicação e tipos de programa.

**Figura 28 – Detalhes no INPI do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo**

BRASIL | Acesso à informação | Participe | Serviços | Legislação | Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial  
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [ Início | Ajuda? ]

> Consultar por: Pesquisa Base Programas | Finalizar Sessão 1/1

**Programa de Computador**

Nº do Pedido: BR 51 2018 051942 3  
 Data do Depósito: 23/10/2018  
 Linguagem: CSS / HTML / JAVA SCRIPT  
 Campo de Aplicação: MA-01  
 Tipo Programa: ET-01 , ET-02 , UT-01  
 Título: Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo  
 Nome do Titular: CAIQUE NEIVA PIRES MATOS  
 Nome do Autor: BRAULIRO GONÇALVES LEAL / CAIQUE NEIVA PIRES MATOS / LEONARDO CORSINO CAMPELLO / LUCAS FLORÊNCIO DE BRITO / PATRICIA NUNES DOURADO / RICARDO ARGENTON RAMOS  
 Nome do Procurador:

Pgo	Protocolo	Data	Img	Serviço	Cliente	Delivery	Data
✓	870180143888	23/10/2018	-	730	CAIQUE NEIVA PIRES MATOS		-

RPI	Data RPI	Despacho	Img	Complemento do Despacho
2495	30/10/2018	730		

Dados atualizados até 05/09/2023 - Nº da Revista: 2748

Fonte: INPI (2023).

Conforme a Tabela 3, temos a determinação, segundo o INPI das siglas presentes no Campo de Aplicação.

**Tabela 3 – Campo de aplicação do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo**

Campo de Aplicação	Significado
MA-01	Meio Ambiente (artificial, natural, política do meio ambiente).

Fonte: INPI adaptado pelo autor.

Conforme a Tabela 4, temos a determinação, segundo o INPI das siglas presentes no Tipo de Programa.

**Tabela 4 – Tipo de Programa do Jogo de Reciclagem - Conscientização Ambiental com foco na Coleta Seletiva do Lixo**

<b>Tipo de Programa</b>	<b>Significado</b>
ET-01	Entretenimento
ET-02	Jogos animados - Arcade Games
UT-01	Utilitários

Fonte: INPI adaptado pelo autor.

Adiante, veremos outra fonte de pesquisa para trabalhos correlatos.

### **3.2 STRING DE BUSCA NO GOOGLE ACADÊMICO**

Dentro do universo das publicações científicas, o Google Acadêmico emerge como uma ferramenta essencial devido à sua capacidade de indexar uma diversidade considerável de artigos, teses, livros e conferências, tornando-se uma fonte imprescindível para pesquisadores. Ao explorar a temática de jogos e programas de computador associados à reciclagem, é vital estruturar metodologicamente a pesquisa para garantir a captura de literatura pertinente e de qualidade.

A seleção e formulação de strings de busca adequadas constituem etapas cruciais nesse processo. As strings devem ser construídas de modo a refletir a essência do tópico em questão, simultaneamente, em que contemplam variações terminológicas e conceituais que possam estar presentes na literatura. Este rigor na definição de strings visa assegurar uma abrangência na recuperação de documentos, minimizando o risco de omitir trabalhos relevantes.

Ao adotar esta abordagem sistemática na utilização do Google Acadêmico, o objetivo é mapear e contextualizar os avanços e descobertas na interseção entre tecnologia e reciclagem, proporcionando uma base sólida para a análise subsequente dos trabalhos relacionados.

Para a pesquisa no Google Acadêmico, utilizaremos a string **(jogo educacional 3D) AND “coleta seletiva” AND (aplicativo OR software) AND digital AND “ambiental”**. Vamos destrinchar essa string:

- 1) (jogo educacional 3D): Aqui, foi buscado por trabalhos que discutam sobre jogos com uma abordagem educacional e que tenham uma representação tridimensional. A inclusão do “3D” ajuda a especificar a busca para jogos com esse tipo de gráfico.
- 2) AND “coleta seletiva”: Adicionando este operador “AND”, foi refinado a pesquisa para incluir somente aqueles trabalhos que abordem a coleta seletiva. As aspas garantem que o termo “coleta seletiva” apareça exatamente como é.

- 3) AND (aplicativo OR software): Aqui, está sendo ampliado a busca para incluir termos relacionados tanto a aplicativos quanto a softwares, aumentando as chances de capturar todos os relevantes trabalhos relacionados ao tema.
- 4) AND digital: Esse termo serve para garantir que os resultados sejam pertinentes ao contexto digital, excluindo, por exemplo, jogos de tabuleiro ou atividades práticas.
- 5) AND “ambiental”: Por fim, ao adicionar “ambiental”, reforça o foco do jogo na conscientização ou educação ambiental.

Em resumo, a string foi elaborada para buscar artigos que tratem especificamente de jogos educativos em 3D com foco na coleta seletiva e conscientização ambiental no contexto digital. É uma busca bem específica e direcionada, ideal quando se deseja encontrar literatura de nicho em uma área de pesquisa.

Conforme a Tabela 5 que ilustra os resultados obtidos que contribuíram com esta pesquisa.

**Tabela 5 – Jogos encontrados no Google Acadêmico abrangendo os últimos 5 anos (2019 até 2023)**

Título	Descrição
Na Onda do Pitiú: Uma Abordagem de Educação Ambiental Gamificada no Contexto Amazônico	Neste trabalho o usuário deverá fazer com que o personagem “Pitiú”, apelido dado ao peixe da espécie mapará ( <i>Hypophthalmusedentatus</i> ) abundante na região do baixo Tocantins, recolha o lixo espalhado no meio do rio. Além disso, o personagem “Pitiú” deve se defender dos vários desafios da região como a poluição, peixes predadores, além das armadilhas de pesca dos pescadores (Ribeiro Neto <i>et al.</i> , 2019).

Título	Descrição
Eco game: um jogo sério sobre educação ambiental.	Neste trabalho o usuário deverá responder perguntas e montar quebra-cabeças com temas ambientais como coleta seletiva e água (Oliveira; Araujo, 2019).
Mr. Trash	Um jogo para a internet que possa ser utilizado tanto para ensino pedagógico infantil quanto para lazer das crianças sobre Educação Ambiental de forma interativa abrangendo a coleta seletiva (Lima <i>et al.</i> , Dez/2021).
Desenvolvimento de um jogo mobile para promover a preservação do boto na Região Amazônica	O jogo se passa no cenário fundo de um rio poluído com diversos resíduos, como garrafas plásticas, papéis, latas de metal e taças de vidro quebradas. O jogador deverá descartar corretamente os resíduos nas lixeiras de coleta seletiva. Estas lixeiras possuem cores diferentes e cada uma recebe um tipo específico de lixo (Ribeiro, 2019).
Uso de jogos educacionais no ensino transdisciplinar de temas ambientais: estudo de caso com a plataforma Scratch	O jogo foi desenvolvido na plataforma Scratch de tendo como base uma prática pedagógica, mediante ao diálogo com o ensino das Ciências Ambientais. O jogo COLETA SELETIVA consiste em descartar corretamente os resíduos em suas respectivas lixeiras conforme o tipo. Outro jogo que compõe o rol produzido com Scratch foi o AJUDE A LIMPAR O RIO onde os jogadores assumem papéis de peixes e vem remover do mar o lixo descartado pelos humanos (Aguar, 2022).

Fonte: O autor

## 4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A crescente geração de resíduos, conforme destacado na seção 1.1, torna a educação e conscientização em torno da reciclagem uma urgência para podermos contribuir ao atendimento das ODS. Nesse contexto, e em consonância com os objetivos estabelecidos na seção 1.3, é apresentado o jogo digital educativo **BORA CATÁ**.

O jogo digital propõe uma aventura lúdica que visa não apenas entreter, mas também educar, sensibilizar seus jogadores acerca da importância da coleta seletiva e da correta gestão de resíduos. Visa também persuadir o jogador a uma mudança de hábitos para que o mesmo possa estar contribuindo para um melhor ambiente ao qual vive.

**Mecânica do Jogo:** O cenário do jogo apresenta diferentes ambientes, como quintal de casa, bairro e bosque onde resíduos são encontrados espalhados. O jogador tem como principal missão coletar esses resíduos e descartá-los corretamente nas lixeiras de coleta seletiva disponíveis. Cada tipo de resíduo coletado e corretamente descartado confere pontos ao jogador.

Ao progredir, o jogador se depara com cenários mais complexos, onde a separação dos resíduos se torna um desafio, exigindo conhecimento e reflexão sobre os materiais e seu respectivo descarte.

**Feedback e Interação:** Para se alinhar aos objetivos secundários, o jogo também contará com um sistema de feedback em tempo real, que fornecerá ao jogador informações sobre os tipos de resíduos e sua classificação, dando dicas sobre como melhorar sua atuação na coleta seletiva ao indicar onde devem ser descartados corretamente.

Ao término de cada fase, o jogador poderá acessar sobre seu desempenho, que se traduzirá em pontos acumulados através de cada correta ação. Ações estas que incrementam pontos ao correto descarte como também decrementam pontos ao realizar um descarte incorreto, permitindo uma reflexão acerca da importância de suas ações para o meio ambiente.

**Testes e Avaliação:** Após o desenvolvimento inicial utilizando Unity<sup>1</sup> e o VS Code<sup>2</sup>, serão realizadas pesquisas de opinião com diferentes faixas etárias, visando avaliar a clareza das instruções, a intuitividade da interface, o nível de satisfação e entretenimento. Esses testes, validados pelo MEEGA + também fornecerão insights valiosos sobre possíveis obstáculos e desafios percebidos pelos jogadores, permitindo refinamentos e otimizações no jogo.

**BORA CATÁ:** Uma ferramenta a ser utilizada na educação ambiental, usando a tecnologia e conceitos de jogos sérios como meios para promover uma mudança de comportamento significativa e duradoura na sociedade. Ao proporcionar uma experiência de aprendizado interativa, espera-se que os jogadores se tornem mais conscientes e proativos

<sup>1</sup> <https://unity.com/pt>

<sup>2</sup> <https://code.visualstudio.com/>

em suas práticas diárias de gestão de resíduos.

## **5 METODOLOGIA**

No processo de construção do jogo educacional, que se configura como instrumento central desta pesquisa, houve a mobilização de múltiplos recursos. Pesquisas bibliográficas proporcionaram o embasamento teórico, ao passo que diversas fontes serviram como inspiração para os conceitos integrados ao jogo. Além disso, a incorporação de várias tecnologias foi imperativa para a programação do software em questão. Neste capítulo, delineia-se a metodologia empregada na concepção do jogo, ilustrando, assim, os procedimentos que nortearam a concretização desta dissertação.

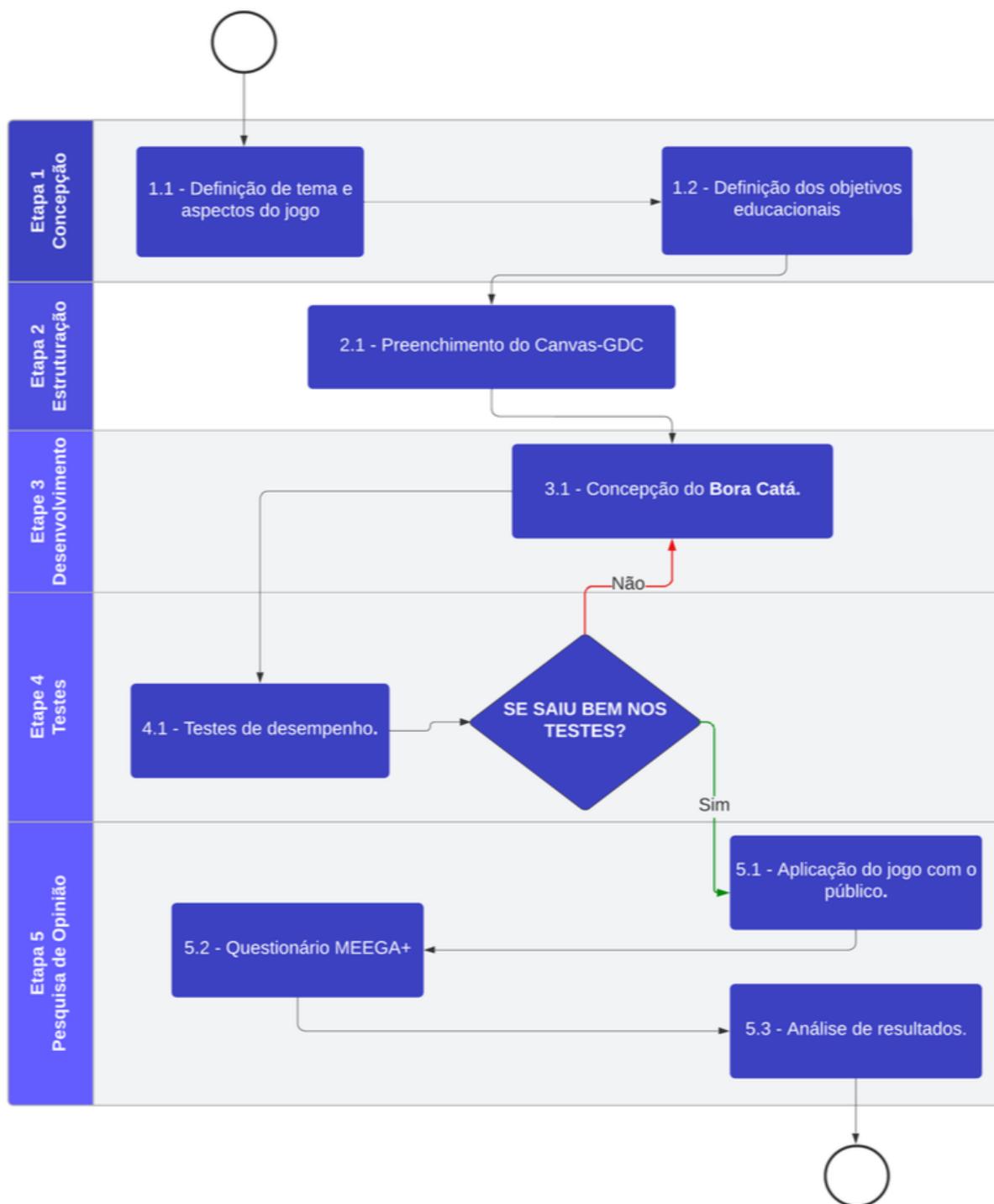
### **5.1 EXECUÇÃO**

A construção deste trabalho foi realizada seguindo um planejamento em cinco etapas:

- 1) Concepção;
- 2) Estruturação;
- 3) Desenvolvimento;
- 4) Testes;
- 5) Pesquisa de Opinião.

Cada etapa com sua função definida, podendo conter sub-etapas e que considerava a anterior e gerava recursos para auxiliar na posterior. A Figura 29 ilustra como se deu o processo de realização do trabalho.

Figura 29 – Processo aplicado na concepção do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

## 5.2 ETAPA DA CONCEPÇÃO

A etapa de concepção foi a etapa do trabalho em que foram discutidos e definidos ideias e conceitos para o trabalho, que deveriam ser aplicados nas outras etapas do projeto. Esta etapa envolveu:

- 1) A definição do tema e aspectos do jogo;
- 2) A definição dos objetivos educacionais da disciplina abordada pelo jogo.

### 5.2.1 DEFINIÇÃO DE TEMA E ASPECTOS DO JOGO

Nesta etapa foi decidido para qual tema ambiental o jogo seria feito, assim como qual o gênero (ou categoria) ele pertenceria (Aventura, Plataforma, Jogo educativo ambiental etc.).

Essa etapa foi importante para definir o rumo do trabalho, pois, definindo os conteúdos da disciplina e o gênero do jogo, foi possível delimitar os objetivos que deveriam estar representados por elementos do jogo e quais seriam as melhores formas de representá-los.

Como explicitado anteriormente, a temática escolhida para esse estudo foi a ambiental com foco na coleta seletiva, enquanto o gênero escolhido para o jogo se enquadrar foi o de Aventura.

Para a duração, foi decidido que uma partida não durasse mais de 90 segundos por fase. Visto que, além de jogar do início ao fim, os jogadores teriam a possibilidade de acessar um *menu* detalhado a respeito de cada tipo de resíduo abrangendo sua classificação. Sendo assim, uma partida rápida e eficiente manteria os jogadores atentos, aumentando a probabilidade de absorverem o conteúdo didático apresentado.

Para a parte estética do jogo, o objetivo foi a simplicidade do *low poly*, evitando que houvesse muitos elementos de distração para o jogador e fosse necessariamente pesado para a máquina.

A complexidade do jogo encontra-se intrinsecamente ligada ao conteúdo pedagógico proposto. A intenção era garantir que o jogador se deparasse com desafios que o estimulassem a engajar-se em múltiplas sessões de jogo. Conforme o entendimento das regras se consolidasse e os conhecimentos sobre coleta seletiva fossem assimilados, espera-se que houvesse uma elevação progressiva em sua pontuação. Essa ascensão pontual serve como indicativo de uma evolução contínua no processo de aprendizagem.

### 5.2.2 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS

No contexto do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, o presente estudo elegeu como referencial teórico-metodológico a “Tétrade de Schell” (SCHELL, 2019) para o delineamento do jogo educacional proposto. Esta tétrade, consolidada na literatura de design de jogos, apresenta quatro componentes cruciais: mecânica (as regras e procedimentos que orientam o jogador), estética (o visual e o som que proporcionam a ambientação desejada), narrativa (a história que embasa a experiência lúdica) e tecnologia (as ferramentas e plataformas que suportam o jogo).

Estes elementos, enquanto pilares do desenvolvimento de jogos, foram minuciosamente integrados à temática ambiental, conferindo destaque particular à questão da coleta seletiva, dada sua relevância no cenário contemporâneo de gestão de resíduos. O jogo, além de objetivar a educação ambiental de seus usuários, foi estruturado de modo a, sutilmente, veicular informações que conduzam o jogador a uma reflexão e posterior alinhamento com certos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos na Agenda 2030 das Nações Unidas. Esta intersecção entre design de jogos e objetivos sustentáveis visa não apenas educar, mas também promover uma mudança comportamental no público-alvo, fomentando práticas mais sustentáveis no cotidiano.

### 5.3 ETAPA DE ESTRUTURAÇÃO

Subsequentemente à fase conceitual, o processo evoluiu para a etapa de estruturação, um interstício de suma importância na materialização de um projeto lúdico-educacional. A concepção, embora detentora das diretrizes teóricas e ideais do projeto, necessitava ser transmutada em uma estrutura concreta e tangível, apta a ser implementada. A estruturação, portanto, consistiu na orquestração meticulosa desses preceitos teóricos, visando sua integração coesa e viabilização prática no contexto do jogo.

**Diagramação e Esquematização:** Antes de incursionar na etapa de programação e desenvolvimento em si, houve a primordialidade de realizar uma detalhada esquematização do fluxo de jogo. Questões pertinentes à progressão do usuário, desafios intrínsecos às etapas, bem como a metodologia de apresentação das informações sobre coleta seletiva foram delineadas, garantindo um percurso lógico e pedagogicamente linear ao jogador.

**Articulação da Tétrade de Schell:** Reconhecendo a Tétrade de Schell como substrato fundamental do design lúdico, buscou-se assegurar uma inter-relação harmoniosa entre os seus pilares: mecânica, estética, narrativa e tecnologia. Tal interconexão propiciou que cada elemento, embora individualmente significativo, concorresse para uma experiência integrada e coesa.

**Mapeamento de Recursos:** A concretização do esboçado exigiu uma rigorosa identificação e alocação de recursos. Isso abrangeu não somente ferramentas tecnológicas avançadas, como a plataforma Unity e o ambiente de desenvolvimento VS Code, mas também a expertise específica dos membros envolvidos no projeto, garantindo a adequação técnica e conceitual de cada fragmento do jogo.

Com a estruturação arquitetada, o projeto encontrou-se em um patamar propício para progredir para a iminente etapa de desenvolvimento, momento em que os fundamentos teóricos seriam postos à prova mediante a execução técnica.

### 5.3.1 PREENCHIMENTO DO CANVAS ENDO-GDC

Rumo à fase de desenvolvimento, é imperativo mencionar uma etapa metodológica de vital importância: o preenchimento do Canvas ENDO-GDC.

Originário do universo do design de jogos digitais, o Canvas ENDO-GDC foi elaborado para atuar como uma matriz visual, auxiliando na estruturação e definição de componentes fundamentais de um projeto lúdico-educativo. Esta ferramenta se assemelha a um quadro de planejamento estratégico e permite uma análise compreensiva e organizada do jogo proposto, oferecendo uma visão abrangente que engloba desde a concepção inicial até a sua materialização.

O Canvas é meticulosamente estruturado em 12 segmentos distintos, garantindo que cada faceta do jogo seja considerada:

- 1) Problema: Identificação das questões ou desafios que o jogo visa abordar ou resolver, considerando a relevância e o contexto.
- 2) Jogador/Aluno: Definição do público-alvo, considerando suas características, necessidades e expectativas em relação à experiência do jogo.
- 3) Conteúdo Pedagógico: Articulação dos materiais, conceitos e informações que serão transmitidos ao jogador.
- 4) História: Estruturação da narrativa que servirá de pano de fundo para o jogo, proporcionando contexto e imersão.
- 5) Objetivos de Aprendizado: Delimitação das metas educacionais que o jogador deve alcançar ao longo da experiência.
- 6) Feedbacks Educativos: Estabelecimento de sistemas de retorno que informam ao jogador sobre seu progresso e compreensão do conteúdo.
- 7) Estética: Definição do estilo visual e sonoro, considerando o público-alvo e o conteúdo pedagógico.
- 8) Dinâmicas: Descrição dos padrões de comportamento emergente e interações que surgirão durante o jogo.
- 9) Mecânicas: Enumeração das regras, procedimentos e ações que os jogadores podem realizar.
- 10) Objetivos do Jogo: Clarificação das metas intrínsecas ao jogo que orientarão e motivarão o jogador.
- 11) Inspirações: Citação de referências, seja de outros jogos ou de teorias pedagógicas, que influenciaram a concepção do jogo.

- 12) Restrições: Identificação de limitações, sejam tecnológicas, orçamentárias ou de outro tipo, que possam impactar o desenvolvimento ou a implementação do jogo.

Ao responder a cada um desses segmentos no Canvas ENDO-GDC, foi possível estabelecer um plano coeso e integral para o jogo. Essa organização preliminar garantiu que todas as dimensões do projeto estivessem alinhadas com a missão educacional e lúdica proposta, preparando o terreno para a subsequente fase de desenvolvimento, onde a proposta conceitual tomaria forma concreta. O preenchimento do Canvas está representado na Tabela 6, apresentada a seguir.

Tabela 6 – Tabela do Canvas Endo-GDC

Elemento-chave	Descrição
Problema	Aumento da poluição.
	Mau gerenciamento dos resíduos gerados.
Jogador / Aluno	Jogadores com idades entre 9 e 18 anos, como também alunos do Ensino Superior que curseem alguma disciplina com temática ambiental.
Conteúdo Pedagógico	Meio Ambiente, Mecânica, Narrativa, Estética e Tecnologia.
Objetivos de Aprendizado	Entender sobre coleta seletiva através do jogo.
	Lembrar das práticas sustentáveis para o cotidiano.
Feedbacks Educacionais	Visíveis através de pontuações positivas ao final de cada fase.
Inspirações	Disciplina de Tecnologias da Informação Aplicadas ao Meio Ambiente do MPCA da Universidade de Vassouras.
História	O jogador passará por ambientes repletos de resíduos espalhados e deve descartá-los de forma correta.
Objetivos do Jogo	Descartar os resíduos corretamente de acordo com sua classificação em suas respectivas lixeiras.
Estética	Excitação, Identificação, Curiosidade, Alegria e Orgulho.
Dinâmicas	Coletar os resíduos com base em conhecimentos ambientais dentro do tempo proposto para a partida.
Mecânicas	Gerenciamento de tempo.
	Gerenciamento de pontos.
Restrições	PC e Unity.

Fonte: O autor.

Através da definição dos objetivos educacionais e do preenchimento do Canvas Endo-GDC, foi possível planejar quais variáveis seriam analisadas e como os elementos de gameplay poderiam ser utilizados para avaliar os jogadores.

#### 5.4 DESENVOLVIMENTO

Na continuidade da metodologia delineada, adentramos a etapa de desenvolvimento com o emprego da plataforma Unity, notoriamente consagrada por sua capacidade de criar

experiências de jogo diversificadas e envolventes para uma variedade de plataformas. A Unity<sup>1</sup>, com seu ambiente gráfico sofisticado e intuitivo, mostrou-se uma opção acertada para a realização do BORA CATÁ.

Para a codificação e construção lógica específica dos componentes do jogo, escolhamos o Visual Studio Code<sup>2</sup> (VS Code) como ambiente de desenvolvimento integrado. Esta ferramenta, altamente eficaz para edição e gestão de código-fonte, se destaca por sua portabilidade e adaptabilidade. Optamos pela linguagem C#<sup>3</sup> para a programação, devido à sua natureza orientada a objetos, que, quando alinhada à Unity, proporciona uma abordagem de desenvolvimento coesa e versátil.

Aqui, vale ressaltar que, não possuindo uma formação primária em tecnologia, houveram desafios particulares durante o processo de desenvolvimento. Em diversos momentos, recorreu-se ao auxílio do Chat GPT<sup>4</sup> para solucionar dúvidas e *debuggar* o código. Esta ferramenta revelou-se instrumental, oferecendo *insights* e soluções em momentos críticos, tornando-se um recurso inestimável na jornada de desenvolvimento.

A combinação da Unity com o VS Code, complementada pelo suporte ocasional do Chat GPT, assegurou a transposição dos objetivos previamente estabelecidos nas etapas de concepção e estruturação para um jogo funcional. Esta tríade tecnológica permitiu que o BORA CATÁ fosse concretizado de forma otimizada, garantindo que o conteúdo pedagógico e a mecânica do jogo se integrassem entre si, culminando em uma experiência educacional para os jogadores.

#### 5.4.1 A PLATAFORMA UNITY

A Unity, desde sua concepção em 2005, tornou-se um dos ambientes de desenvolvimento de jogos mais populares e utilizados em todo o mundo. Ela é conhecida por proporcionar aos desenvolvedores uma plataforma robusta, flexível e amigável para a criação de jogos e aplicações interativas. Este texto se propõe a investigar as possibilidades, desafios e limitações da Unity, fornecendo uma análise aprofundada de suas características no contexto acadêmico e profissional.

##### 5.4.1.1 POSSIBILIDADES

A Unity destaca-se em diversas frentes:

**Multiplataforma:** A capacidade da Unity de exportar jogos para uma vasta gama de plataformas – incluindo PC, consoles, dispositivos móveis e realidade virtual/aumentada – é

<sup>1</sup> <https://unity.com/pt>

<sup>2</sup> <https://code.visualstudio.com/>

<sup>3</sup> <https://code.visualstudio.com/docs/languages/csharp>

<sup>4</sup> <https://chat.openai.com/>

uma de suas características mais louváveis. Esta característica democratiza o desenvolvimento, tornando possível alcançar públicos vastos e diversificados.

- 1) **Ambiente Integrado**: Sua interface gráfica proporciona uma visualização clara e organizada de todos os elementos do jogo, além de permitir a edição em tempo real, facilitando o processo criativo e a iteração.
- 2) **Ampla Comunidade e Recursos**: A Unity é respaldada por uma comunidade<sup>5</sup> global ativa que contribui com tutoriais, *assets*, *scripts* e soluções para problemas comuns. Esta rede de suporte é inestimável para desenvolvedores iniciantes e veteranos.
- 3) **Unity Asset Store**<sup>6</sup>: Este mercado digital oferece uma gama de assets prontos, desde modelos 3D e texturas até scripts e sistemas completos, o que pode acelerar o processo de desenvolvimento.

#### 5.4.1.2 DESAFIOS

Entretanto, a Unity também apresenta desafios:

- 1) **Curva de Aprendizado**<sup>7</sup>: Embora a Unity seja frequentemente elogiada por sua acessibilidade, alcançar a proficiência requer um investimento significativo de tempo e esforço, especialmente para aqueles novos no desenvolvimento de jogos.
- 2) **Otimização**: Em plataformas com recursos limitados, como dispositivos móveis, otimizar um jogo para que ele funcione de maneira eficiente pode ser complexo. Isso pode exigir um entendimento profundo da plataforma alvo e das ferramentas de perfilamento da Unity.
- 3) **Limitações da Versão Gratuita**<sup>8</sup>: A Unity oferece uma versão gratuita, mas com restrições. Para acessar todas as características avançadas e obter suporte direto da Unity Technologies, os desenvolvedores precisam investir em licenças pagas.

#### 5.4.1.3 LIMITAÇÕES

E, como toda ferramenta, a Unity possui limitações:

- 1) **Performance**: Em comparação com motores personalizados criados para fins específicos, a Unity pode não ser a opção mais performática em certas circunstâncias.

<sup>5</sup> <https://unity.com/community>

<sup>6</sup> <https://assetstore.unity.com/>

<sup>7</sup> <https://learn.unity.com/>

<sup>8</sup> <https://unity.com/pt/pricing>

- 2) **Customização Profunda:** A Unity é projetada para ser amplamente aplicável, o que pode torná-la menos flexível para projetos que necessitem de customizações profundas no motor.
- 3) **Dependência de Terceiros:** Muitos projetos Unity confiam em assets e plugins de terceiros, o que pode gerar dependências e possíveis incompatibilidades entre versões.

#### 5.4.1.4 CONSIDERAÇÕES

A Unity, enquanto plataforma de desenvolvimento, é uma ferramenta de destaque na indústria de jogos digitais, sinônimo de versatilidade e acessibilidade. Suas possibilidades são vastas, permitindo a criação de experiências interativas em múltiplas plataformas, com uma gama de recursos e suporte que a tornam atraente para uma variedade de desenvolvedores. Contudo, como qualquer ferramenta, ela traz consigo desafios e limitações que os desenvolvedores devem reconhecer e enfrentar. Em suma, é vital que os desenvolvedores, sejam iniciantes ou experientes, compreendam profundamente suas características para extrair o máximo de suas potencialidades e minimizar seus pontos fracos.

#### 5.4.2 CONCEPÇÃO DO BOTA CATÁ

A jornada de criação de um jogo educativo é, por si só, uma odisséia repleta de desafios e descobertas. Ao congregiar elementos pedagógicos com a dinâmica dos jogos, busca-se oferecer uma experiência imersiva e significativa para os jogadores, enquanto se propicia um ambiente fértil para o aprendizado. Neste cenário, o BORA CATÁ surge objetivando unir o design de jogos a conteúdos educacionais, mais especificamente, com o enfoque na conscientização ambiental e práticas de coleta seletiva.

O nome BORA CATÁ não é apenas um convite lúdico para o jogador, mas também um chamado para ação e conscientização. A concepção deste jogo foi meticulosamente planejada para assegurar que, além de oferecer entretenimento, ele cumprisse sua missão pedagógica de forma eficaz.

Ao longo desta seção, mostraremos parte dos bastidores da concepção do BORA CATÁ, oferecendo uma visão das decisões, desafios e inspirações que moldaram este projeto. Esta jornada reflete não apenas a complexidade de se criar um jogo educativo, mas também a paixão e o compromisso em utilizar a ludicidade como ferramenta de transformação e aprendizado.

#### 5.4.2.1 FERRAMENTAS INICIAIS

Na fase de implementação, os elementos estabelecidos durante o “Preenchimento do Canvas Endo-GDC” 5.3.1 desempenharam um papel crucial antes da codificação em si, começar. A escolha da *engine* e da plataforma alvo para o desenvolvimento do jogo foram determinações essenciais nesse estágio. Optando pela Unity como a *engine* de desenvolvimento, tornou-se imperativo adquirir a ferramenta Unity Hub, acessível no portal oficial da Unity, que facilita a instalação de múltiplas versões da *engine*.

Com Unity Hub já instalado o próximo passo seria a instalação da versão do Unity a ser utilizado. Durante o processo de criação do jogo a ferramenta Unity passou por algumas versões e no momento em que este trabalho é escrito, o software está consolidado na versão 2022.3.9f1 LTS. A versão LTS<sup>9</sup> é a mais indicada, pois recebe suporte contínuo por dois anos após a publicação, na forma de atualizações quinzenais com correções de bugs.

Complementarmente, o Visual Studio Code foi incorporado ao processo para otimizar a elaboração dos variados scripts integrantes do jogo.

Após a instalação do VS Code, fez-se necessário a instalação de plugins para se trabalhar com o Unity.

A próxima etapa realizada antes de começar a programação foi preparar o repositório do GitHub<sup>10</sup> - para ser possível manter o controle de versão do código - e também a criação de um *drive* on-line pela Microsoft<sup>11</sup> para armazenamento de arquivos mais pesados e por ser de mais *user friendly* com não-programadores. Com todas as ferramentas preparadas e o ambiente versionado, o desenvolvimento pôde começar.

Para as entregas de *features*, a metodologia ágil foi utilizada. Era semanalmente visto o que foi feito e planejado quais seriam os próximos passos e quais funcionalidades seriam desenvolvidas a seguir. Com o intuito de gerenciar as tarefas e documentar o progresso das mesmas, optou-se pelo uso da ferramenta Trello.

#### 5.4.2.2 GAMEPLAY

Conforme a Figura 30, temos a nossa logo. O logo do BORA CATÁ consiste em um texto azul, onde a letra “O” de “Bora” é representada pelo símbolo de reciclagem. Além disso, as letras “CA” e “A” de “Catá” são estilizadas em cor verde. Essa escolha cuidadosa de elementos visuais tem o propósito de transmitir visualmente a importância da coleta seletiva e da reciclagem, assim como ressaltar a conexão com a natureza. A letra “O” como símbolo de reciclagem no logo do BORA CATÁ possui um significado profundo. O símbolo de reciclagem é universalmente reconhecido como um ícone representativo dos processos de recuperação de materiais e da preservação do meio ambiente. Sua presença

<sup>9</sup> <https://unity.com/pt/releases/lts-vs-tech-stream>

<sup>10</sup> <https://github.com/>

<sup>11</sup> <https://onedrive.live.com/>

no logo enfatiza a importância da reciclagem como um elemento central do jogo. A escolha da cor verde para as letras “CA” e “A” de “Catá” tem um impacto significativo no logo do BORA CATÁ. O verde é uma cor frequentemente associada à natureza, renovação e sustentabilidade. Ao estilizar essas letras em verde, o logo reforça ainda mais a conexão com a coleta seletiva, a reciclagem e a importância de cuidarmos do meio ambiente. A cor azul no texto do logo do BORA CATÁ também possui um significado relevante. O azul está frequentemente associado à natureza e ao meio ambiente, transmitindo uma sensação de calma, confiança e harmonia. Essa cor no logo reforça o compromisso do jogo com a proteção do planeta, criando uma conexão emocional positiva com os temas da coleta seletiva e reciclagem.

Figura 30 – Logotipo do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

A versão desktop - ao qual foi a escolhida para o desenvolvimento - de um jogo digital apresenta características singulares que a distinguem das variantes móveis ou de outras plataformas. No caso do jogo BORA CATÁ, a versão para desktop oferece uma dimensão expandida de tela e uma interface adaptada para a estrutura de computadores. Estas características, quando combinadas com a utilização de dispositivos de entrada como mouse e teclado, podem resultar em uma jogabilidade distinta, que permite uma maior precisão nos movimentos e respostas dos jogadores.

Ademais, a versão desktop de BORA CATÁ apresenta gráficos de qualidade mesmo

escolhendo o estilo *low poly*, visando otimizar a representação visual dos cenários e personagens. Este estilo gráfico, além de proporcionar uma clara visualização dos elementos do jogo, pode influenciar na percepção do jogador quanto à riqueza dos detalhes do ambiente virtual. Na Figura 31, é possível observar a interface desenvolvida do menu para este jogo.

Além dos aspectos visuais, o áudio em uma versão desktop pode ser elaborado para explorar a capacidade sonora amplificada de sistemas de computadores, abrangendo trilhas e efeitos que complementam a atmosfera do jogo. No contexto do BORA CATÁ, a narrativa é centrada em temáticas de coleta seletiva e reciclagem.

**Figura 31 – Tela inicial do BORA CATÁ**



Fonte: O autor.

Na Figura 32, podemos observar a possibilidade de se escolher o sexo do personagem com o qual o jogador deseja jogar. A possibilidade de escolher o sexo do personagem no BORA CATÁ representa uma importante forma de liberdade e inclusão. Ao se identificar com o personagem principal do BORA CATÁ, os jogadores estabelecem uma conexão emocional mais profunda com a temática do jogo. Ao enfrentar desafios e superar obstáculos, a experiência de aprendizado se torna ainda mais impactante. A identificação com o personagem permite que os jogadores se coloquem em seu lugar, compreendendo melhor as questões da coleta seletiva e reciclagem, e refletindo sobre sua própria atuação na preservação do meio ambiente. A liberdade de escolha do sexo do personagem no BORA CATÁ não apenas proporciona uma experiência personalizada, mas também promove a inclusão e a conscientização sobre a diversidade. Ao permitir que cada jogador escolha a representação que mais se identifica, o jogo contribui para a quebra de estereótipos e

preconceitos, reforçando a importância do respeito à diversidade em todas as suas formas. A liberdade de escolha do sexo do personagem no jogo é uma característica que agrega valor à experiência de jogo. Ao permitir que os jogadores se identifiquem e se envolvam com a temática da coleta seletiva e reciclagem, o jogo busca criar uma conexão mais profunda e significativa, contribuindo para o aprendizado e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental.

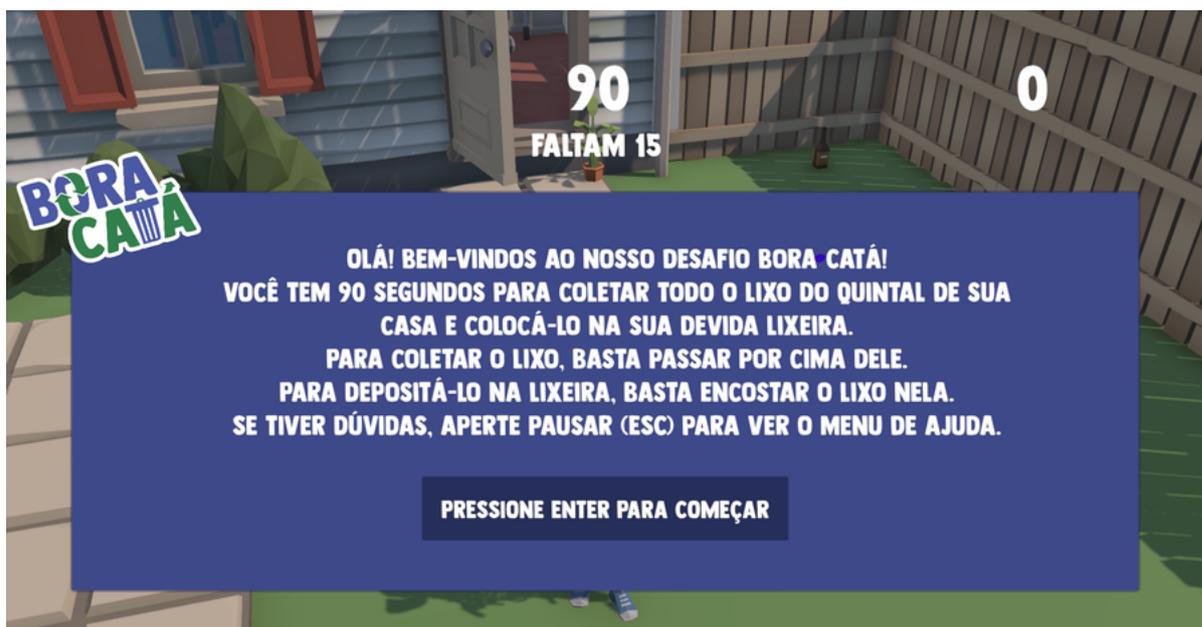
Figura 32 – Tela de escolha de personagem



Fonte: O autor.

Na figura 33, observamos que após a escolha do personagem aparece uma tela instrucional onde orientamos quantos aos principais comandos a serem utilizados por toda a *gameplay*.

Figura 33 – Tela de informações da fase 1 do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

A primeira fase do jogo BORA CATÁ é ambientada em um quintal, um espaço íntimo e familiar na vida cotidiana de muitos jogadores. Este cenário, repleto de elementos comuns e reconhecíveis, foi escolhido estrategicamente para estabelecer uma conexão imediata com o jogador. O quintal, como extensão da casa e local de convívio diário, torna-se o ponto de partida para uma jornada educativa sobre coleta seletiva.

Ao iniciar a aventura em um ambiente tão próximo da realidade dos jogadores, “BORA CATÁ” busca fomentar uma reflexão sobre a relevância da coleta seletiva no próprio ambiente doméstico. A familiaridade do quintal serve como um lembrete de que a conscientização e as práticas sustentáveis começam em casa. Com essa abordagem, o jogo visa instigar uma mudança de comportamento no jogador, fazendo-o reconhecer e valorizar a importância de práticas ecológicas no dia a dia, começando pelo espaço mais próximo e cotidiano: o seu lar.

Na Figura34 , temos uma captura de tela da *gameplay* da primeira fase.

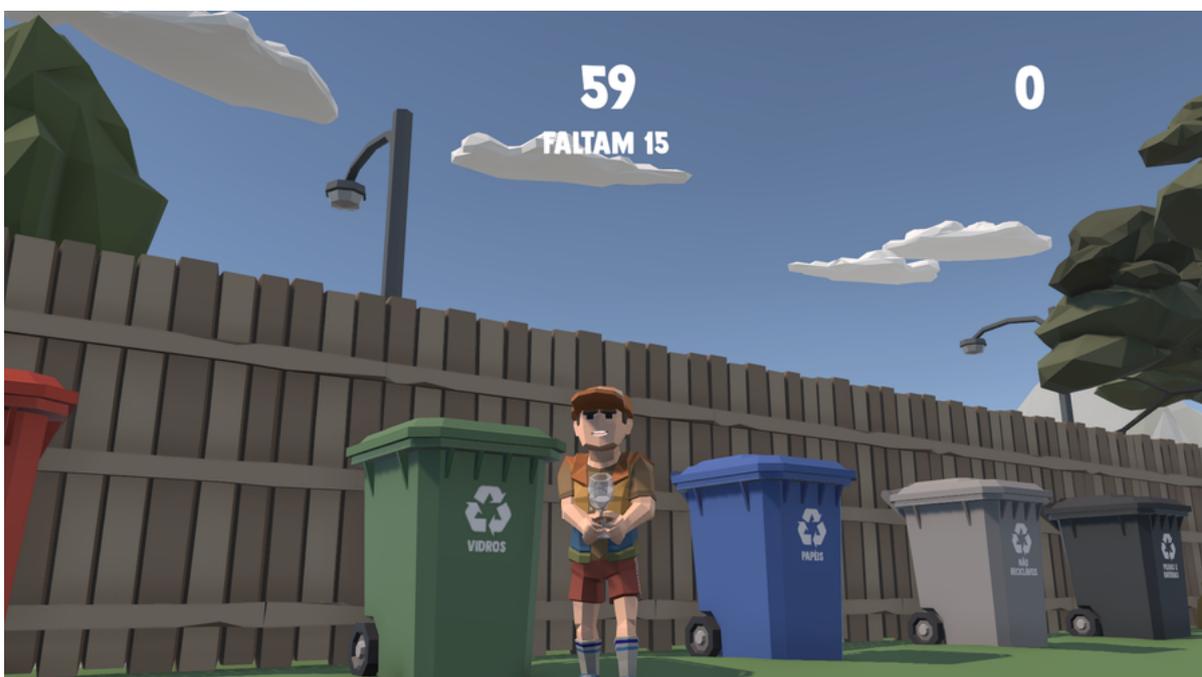
Figura 34 – Captura de tela da fase 1 do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

Na Figura 35, temos o personagem João segurando um resíduo do tipo vidro próximo à lixeira correspondente para descartá-lo.

Figura 35 – Personagem João ao lado da lixeira de cor verde



Fonte: O autor.

Na Figura 36, observamos a disposição das lixeiras presentes na *gameplay* da primeira fase. O objetivo é a auxiliar o jogador a trabalhar a destreza em rapidamente

descartar o resíduo na correta lixeira, encaremos como um aquecimento para as fases seguintes onde a dificuldade escalonada conforme o avanço.

**Figura 36 – Disposição das lixeiras na fase 1 do BORA CATÁ**



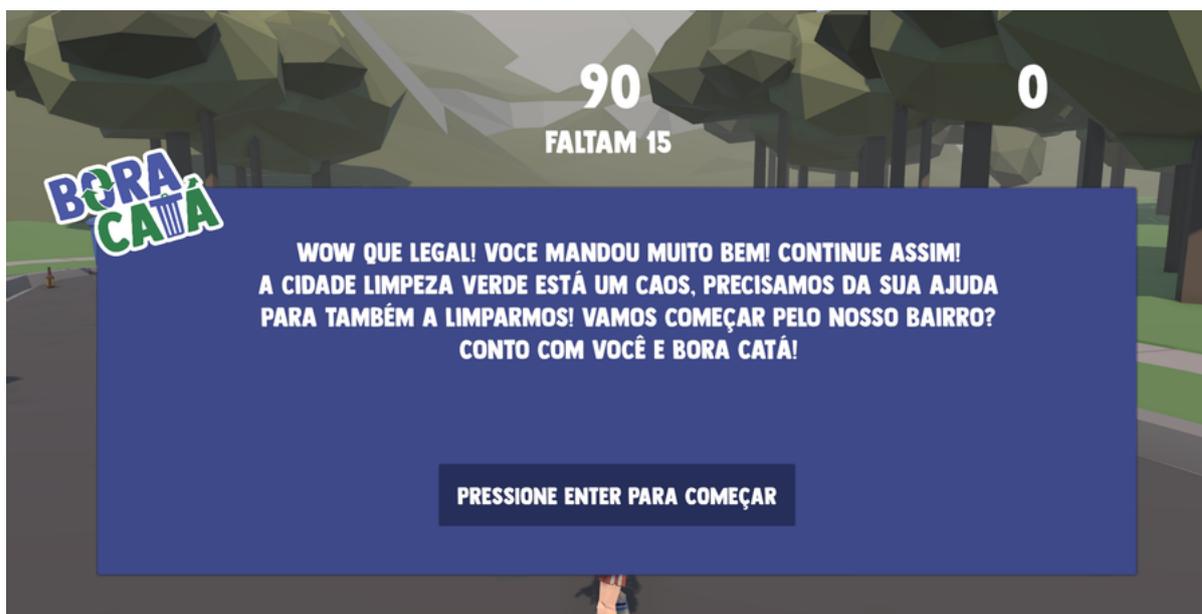
Fonte: O autor.

A segunda fase do BORA CATÁ é ambientada em um bairro, refletindo um ambiente mais amplo e comunitário, porém ainda muito presente na rotina dos jogadores. Este cenário representa o universo exterior às residências, onde as ações individuais se entrelaçam e têm impacto coletivo. O bairro, com suas ruas, praças e comércios, é onde os indivíduos interagem diariamente, tornando-se, assim, uma extensão das práticas adotadas no ambiente doméstico.

Ao inserir a coleta seletiva nesse contexto comunitário, BORA CATÁ ressalta a importância de ações sustentáveis em uma escala mais ampla. O jogador é incentivado a perceber que a coleta seletiva não se limita às fronteiras do lar, mas se estende ao bairro e, conseqüentemente, à comunidade em que está inserido. Neste cenário, o jogo destaca a noção de responsabilidade compartilhada e a importância de práticas ecologicamente corretas em ambientes coletivos. A familiaridade do bairro como cenário reforça a ideia de que a conscientização ambiental e a coleta seletiva são essenciais não apenas no espaço privado, mas também no espaço público, onde o impacto coletivo das ações individuais se torna evidente.

Na figura 37, temos a tela inicial da fase 2. Nesta tela consta um pequeno texto contextualizando a situação em que o jogador se encontra e fazendo um apelo para que ele continue a jogar.

Figura 37 – Tela inicial da segunda fase do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

Na Figura 38 é mostrada a disposição em que as lixeiras estão espalhadas pelo cenário. À medida que os jogadores avançam de fase no jogo, são apresentadas a um desafio escalonado que nesta fase consiste em encontrar as lixeiras corretas espalhadas pelo bairro. Ao explorar o ambiente em busca das lixeiras adequadas, as crianças desenvolvem habilidades de observação, concentração e tomada de decisões rápidas. Além disso, o elemento de tempo adiciona uma pitada de emoção, incentivando a criança a ser ágil e estratégica para pontuar o máximo possível.

Figura 38 – Disposição dos lixos na segunda fase do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

Após a finalização da fase 2, passamos para a terceira e última fase do jogo que se situa em um bosque, um ambiente que reúne árvores e um rio serpenteando por entre a vegetação. Embora possa parecer, à primeira vista, um cenário distante da rotina urbana, muitos jogadores podem reconhecê-lo como um espaço de lazer, contemplação e conexão com a natureza. Essa familiaridade é crucial para ampliar a conscientização sobre os impactos das ações humanas em ambientes naturais e sobre a fragilidade dos ecossistemas.

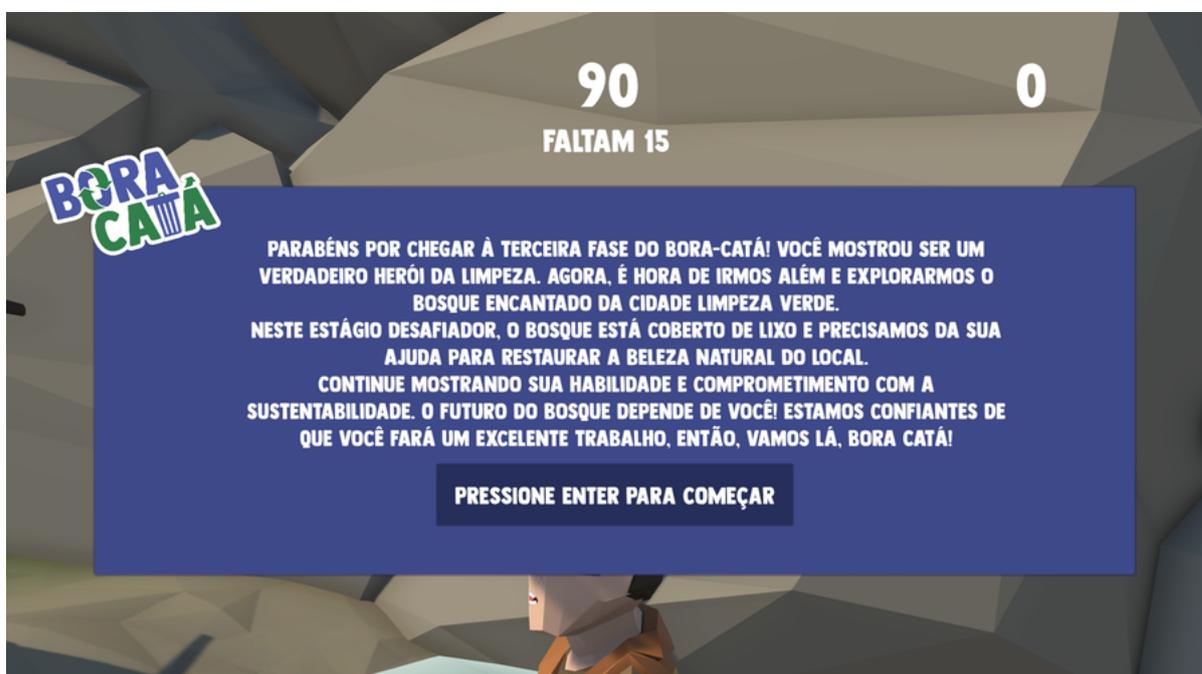
Nesta fase, o jogo propõe uma reflexão sobre a pegada ambiental. Ao se deparar com um rio, elemento fundamental em qualquer ecossistema e fonte de vida para uma ampla diversidade de seres, o jogador é convidado a pensar nas consequências da poluição aquática. A contaminação dos rios, muitas vezes resultante do descarte inadequado de resíduos, impacta não apenas a fauna e a flora aquáticas, mas também as comunidades humanas que dependem dessas águas.

Ao relacionar o bosque, com sua aparente tranquilidade, ao cotidiano dos jogadores, BORA CATÁ reforça a noção de que a coleta seletiva não é uma prática isolada, mas parte de um conjunto de ações necessárias para a preservação do ambiente na totalidade. A fase no bosque serve como um lembrete da interconexão entre os espaços doméstico, comunitário e natural, e da responsabilidade compartilhada na promoção de um futuro sustentável.

Na Figura 39 vemos a tela inicial da terceira fase em que consta um pequeno texto contextualizando a situação em que o jogador se encontra e fazendo um apelo para que ele continue a jogar. Nesta fase exploraremos um pequeno bosque com árvores e um rio

compondo o cenário.

Figura 39 – Tela inicial da terceira e última fase do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

A dificuldade nesta terceira e última fase, conforme o avanço feito pelo jogador nas duas primeiras, aumenta. O aumento da dificuldade se dá pela forma em que as lixeiras estão dispostas na fase. A Figura 40, evidencia o cenário.

Figura 40 – Disposição dos lixos na terceira e última fase do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

Ao superar às três fases presentes no jogo, o jogador tem acesso à pontuação que funciona da forma em que ao colocar o resíduo na lixeira correta ele marca pontos e, em contrapartida, ao errar a lixeira ele perde pontos. A Figura 41 mostra a tela de pontuação final.

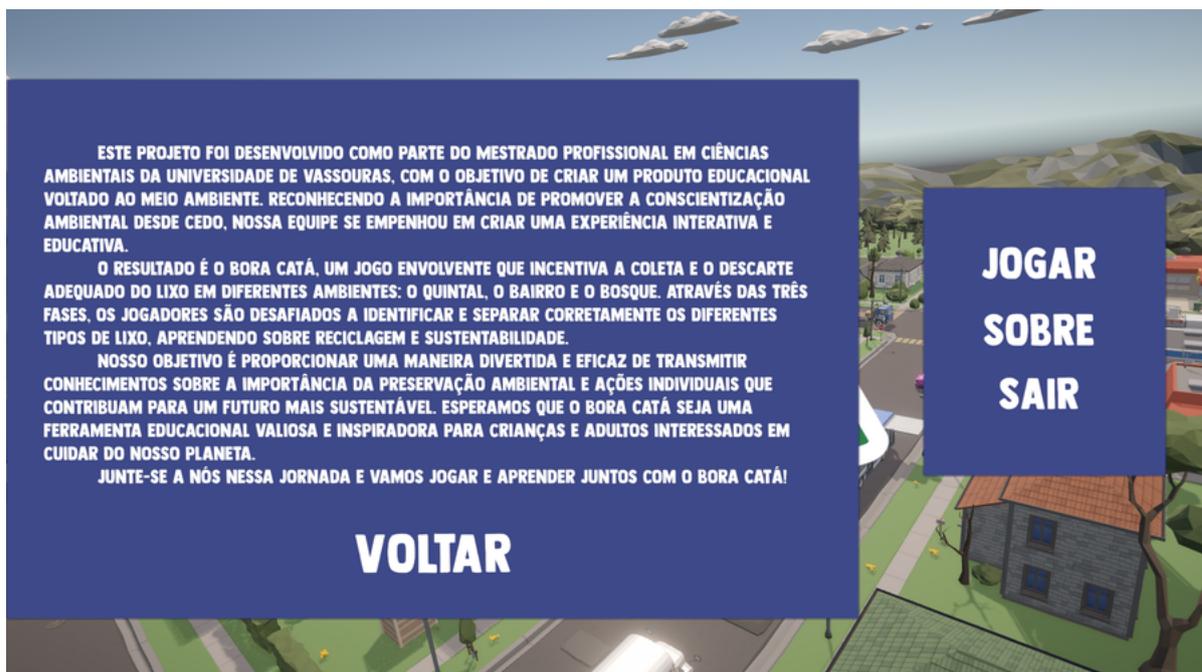
Figura 41 – Tela de pontuação do jogador ao terminar as três fases do BORA CATÁ



Fonte: O autor.

A disposição do jogador, sempre ao abrir o aplicativo, temos também uma tela chamada SOBRE, onde ela contextualiza o motivo que nos levou a criação do jogo. A Figura 42 ilustra a tela.

Figura 42 – Tela SOBRE no menu inicial



Fonte: O autor.

#### 5.4.2.2.1 TELAS INFORMATIVAS

Uma prática instrutiva foi incorporada ao jogo BORA CATÁ, visando facilitar a compreensão dos jogadores sobre a classificação correta do lixo. Através de um recurso, ao pausar o jogo, um menu informativo é disponibilizado, permitindo que seja verificado a classificação de cada tipo de lixo.

Esse menu informativo é uma ferramenta para promover a conscientização e o aprendizado contínuo durante a jornada do jogo. Ao visualizar a classificação específica de cada item, os jogadores são capacitados a tomarem decisões mais informadas sobre como descartar corretamente o lixo no mundo virtual e, por extensão, no mundo real.

Essa prática instrutiva não apenas ensina a reconhecer as diferentes categorias de resíduos, como também promove a reflexão sobre a importância da coleta seletiva e da preservação do meio ambiente. Além de fornecer informações claras e acessíveis sobre a classificação do lixo, o jogo visar capacita os jogadores a se tornarem agentes de mudança, promovendo a adoção de hábitos sustentáveis em suas vidas cotidianas. Dessa forma, esse recurso de menu informativo do jogo demonstra o compromisso do jogo em oferecer uma experiência instrutiva e completa.

A seguir as Figuras 43; 44; 45; 46; 47 e 48 representem respectivamente as telas de pausa dos resíduos do tipo:

- 1) Metal;
- 2) Plástico;

- 3) Vidro;
- 4) Papel;
- 5) Comum (não reciclável);
- 6) Baterias (pilhas e baterias).

Figura 43 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo metal



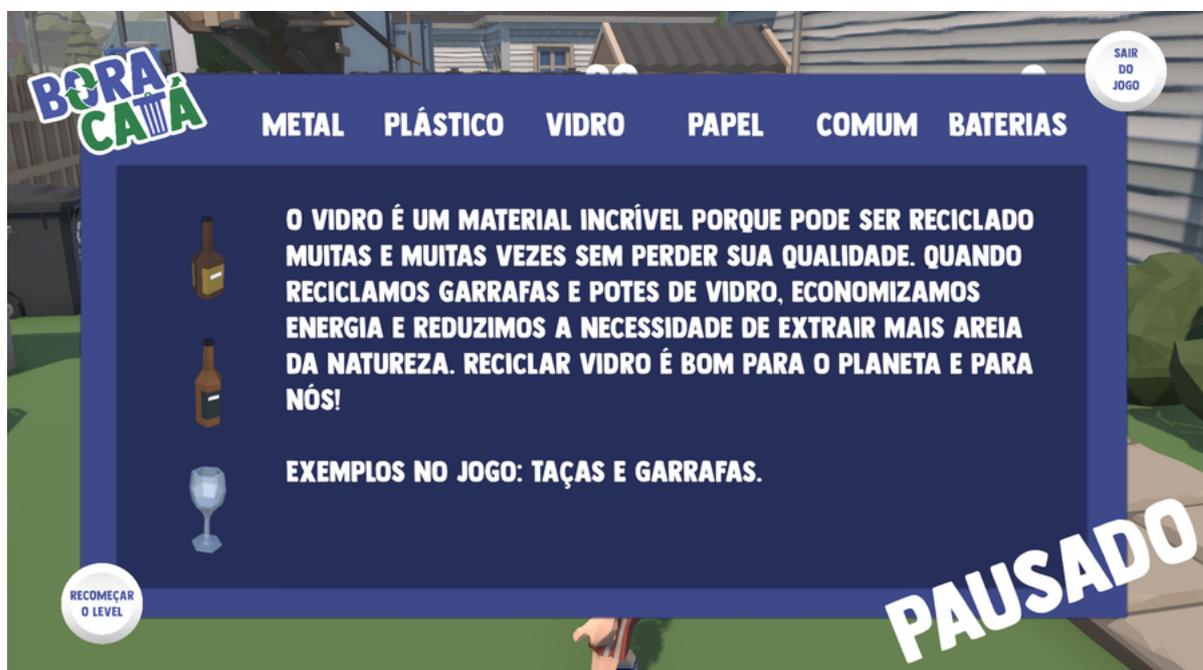
Fonte: O autor.

Figura 44 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo plástico



Fonte: O autor.

Figura 45 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo vidro



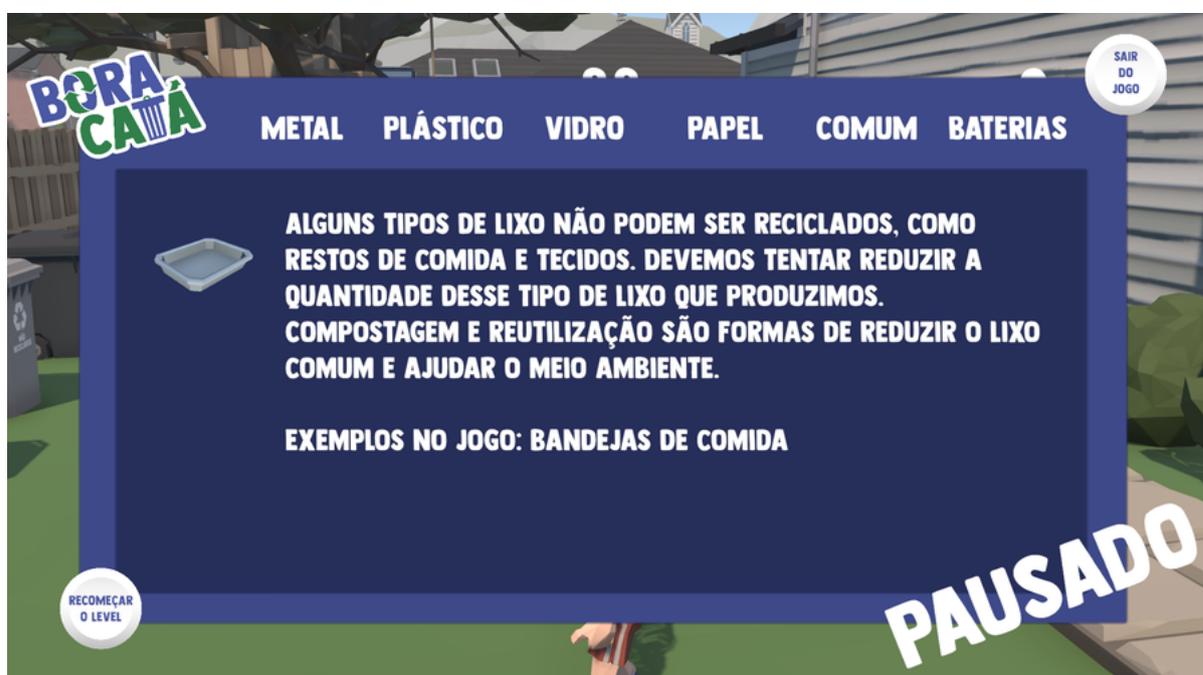
Fonte: O autor.

Figura 46 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo papel



Fonte: O autor.

Figura 47 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo não reciclável



Fonte: O autor.

Figura 48 – Menu informativo a respeito de resíduos do tipo pilhas e baterias



Fonte: O autor.

#### 5.4.2.2.2 PROGRAMAÇÃO

No desenvolvimento de mecânicas de jogos digitais, a programação assume um papel de destaque ao definir e operacionalizar as regras e comportamentos que darão vida ao universo do jogo. No contexto do BORA CATÁ, a linguagem de programação C# foi empregada em conjunto com a plataforma Visual Studio Code (VS Code) para desenvolver certas funcionalidades que são essenciais para a interatividade e dinâmica do jogo.

A seguir, são apresentados fragmentos do código que evidenciam algumas das mecânicas programadas. As capturas foram feitas através da extensão CodeSnap<sup>12</sup> que visualmente deixa mais limpa a “foto.

- **Contador.cs:** Este trecho de código gerencia um contador no jogo. Através da biblioteca ‘TPro’, a *script* é responsável por atualizar e exibir a contagem no interface do jogador. O método ‘Start()’ inicializa o componente de texto, enquanto o método ‘Update()’ atualiza o valor do contador em tempo real conforme as ações do jogador. A Figura 49 ilustra.

<sup>12</sup> <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=adpyke.codesnap>

Figura 49 – Código do Contador.cs

```
1  using TMPro;
2  using UnityEngine;
3
4  public class Contador : MonoBehaviour
5  {
6      public Global global;
7      private TMP_Text contadorTexto; // referência ao componente de texto
8
9
10     void Start()
11     {
12         // Obtenha a referência ao componente de texto
13         contadorTexto = GetComponent<TMP_Text>();
14     }
15
16     void Update()
17     {
18         // Atualiza o contador de texto
19         contadorTexto.text = global.contador.ToString();
20     }
21 }
22
```

Fonte: O autor.

- **Lixeira.cs:** Neste segmento, o foco recai sobre o comportamento das lixeiras no jogo. A mecânica definida aqui estabelece a interação entre os objetos de lixo e as lixeiras. A função 'OnTriggerEnter()' é ativada quando um objeto entra em contato com a lixeira, verificando se o objeto colidido pertence à camada especificada e ajustando a contagem de lixo e acionando animações correspondentes. Além disso, o código também diferencia entre descartes corretos e incorretos, influenciando o contador global do jogo. A Figura 50 ilustra.

Figura 50 – Código da Lixeira.cs

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class Lixeira : MonoBehaviour
6 {
7     [SerializeField] Animator animator;
8     public Global global;
9     // Start is called before the first frame update
10    void Start()
11    {
12    }
13
14
15    // Update is called once per frame
16    void Update()
17    {
18    }
19
20
21
22    void OnTriggerEnter(Collider other)
23    {
24        if (other.gameObject.layer == 6)
25        {
26            global.isCarrying = false;
27            other.transform.parent = null; // "other" perde o "parent"
28            global.quantidade = global.quantidade - 1;
29            this.animator.SetTrigger("jogouFora");
30
31            if (other.CompareTag(gameObject.tag))
32            {
33                global.Acertou();
34            }
35            else
36            {
37                global.Errou();
38            }
39
40            Debug.Log(global.contador);
41            StartCoroutine(DestroyAfterDelay(other.gameObject)); // inicia Coroutine
42        }
43    }
44
45    IEnumerator DestroyAfterDelay(GameObject objectToDestroy)
46    {
47        yield return new WaitForSeconds(0.1f); // espera por 0.1f
48        Destroy(objectToDestroy); // destrói o objeto
49        global.isCarrying = false;
50    }
51
52 }
53
54
```

- **Lixos.cs:** Esta parte do código define a mecânica associada aos itens de lixo no jogo. A função 'OnTriggerEnter()' detecta a colisão dos objetos de lixo com o jogador. Ao entrar em contato com o jogador, é verificado se o jogador já está carregando algum objeto. Se não estiver, o objeto de lixo é então "anexado" ao jogador, alterando as posições relativas e pesos para simular o jogador carregando o lixo. A Figura 51 ilustra.

Figura 51 – Código do Lixo.cs

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.Animations.Rigging;
5
6 public class Lixos : MonoBehaviour
7 {
8     public Global global;
9
10    [SerializeField]
11    private Rig rig;
12
13    private GameObject player;
14
15    [SerializeField]
16    private float x, y, z, ajusteY, ajusteX, rotateX;
17
18    private GameObject child;
19
20    // Start is called before the first frame update
21    void Start()
22    {
23        rig.weight = 0;
24    }
25
26    // Update is called once per frame
27    void Update()
28    {
29        if (global.isCarrying == false)
30        {
31            rig.weight = 0;
32        }
33    }
34
35    void OnTriggerEnter(Collider other)
36    {
37        if (other.CompareTag("Player"))
38        {
39            if (global.isCarrying == false)
40            {
41                global.isCarrying = true;
42                global.rightHandTarget.transform.localPosition = new Vector3(x, y + ajusteY, z + ajusteX);
43                global.leftHandTarget.transform.localPosition = new Vector3(-x, y + ajusteY, z + ajusteX);
44                rig.weight = 1;
45                transform.SetParent(other.transform, false);
46                transform.localPosition = new Vector3(0, y, z);
47
48                // Aplique a rotação desejada depois de mudar o parent do objeto
49                transform.localRotation = Quaternion.Euler(rotateX, 0, 0);
50            }
51        }
52    }
53
54 }
55
```

Fonte: O autor.

Os fragmentos de código acima fornecem uma visão abrangente de algumas das mecânicas centrais do BORA CATÁ. O uso do VS Code, aliado à linguagem C#, ofereceu a flexibilidade e a robustez necessárias para implementar essas funcionalidades, garantindo uma experiência de jogo fluida e imersiva.

#### 5.4.2.2.3 ETAPA DE TESTES

Em todo projeto tecnológico, especialmente no contexto educacional, a fase de testes é uma etapa primordial. Esta não se destina apenas a detectar erros ou falhas operacionais, mas também a assegurar que o resultado esteja alinhado com os objetivos estabelecidos e que ofereça uma experiência de aprendizagem eficaz e envolvente. A correta avaliação da ferramenta desenvolvida pode determinar o sucesso ou fracasso de sua implementação, sobretudo quando se visa impactar positivamente o processo educacional dos usuários.

Com o jogo BORA CATÁ, esta etapa foi fundamental. Tendo em vista que foi desenvolvido exclusivamente para o sistema operacional Windows, tornou-se imperativo garantir que seu desempenho estivesse otimizado para diversas configurações deste SO, considerando a variedade de hardwares em que poderia ser executado.

#### 5.4.3 TESTES DE DESEMPENHO

O desempenho de um software é muitas vezes diretamente proporcional à experiência do usuário. Em BORA CATÁ, foi crucial avaliar como o jogo se comportava em diferentes resoluções, tendo em mente as diversas especificações de máquinas que utilizam o sistema Windows.

O estilo visual *low poly* foi uma escolha estética e funcional para o jogo. Este estilo, caracterizado por sua simplicidade gráfica, geralmente não exige um alto poder de processamento gráfico. No entanto, durante a fase de testes, trabalhou-se intensivamente para otimizar ainda mais esse estilo, garantindo que o jogo rodasse de maneira fluida mesmo em computadores com especificações mais modestas.

A otimização do design *low poly* do jogo não apenas assegurou um desempenho otimizado, mas também reforçou o compromisso do projeto em tornar a educação sobre coleta seletiva uma experiência acessível e de alta qualidade para todos os usuários do sistema Windows. Esse rigor nos testes e na otimização destaca a determinação em apresentar uma ferramenta educacional robusta e eficiente.

### 5.5 ETAPA DA PESQUISA DE OPINIÃO

A validação empírica e a aferição da eficácia de um jogo educativo, como o BORA CATÁ, requerem não apenas avaliações técnicas e pedagógicas, mas também a perspectiva direta daqueles para quem o jogo foi concebido: os jogadores. Dada a relevância de compreender a experiência do usuário e sua percepção em relação ao conteúdo educacional do jogo, foi implementada uma pesquisa de opinião como método de avaliação pós-experimentação.

O instrumento escolhido para essa avaliação foi o questionário baseado no modelo MEEGA+ (Modelo de Avaliação de Experiência de Jogo com Finalidade Educativa Geral e

Acessível). Este modelo, amplamente reconhecido no campo da gamificação educacional, oferece uma abordagem holística, abrangendo diversas dimensões de análise, desde a jogabilidade e aspectos tecnológicos até o conteúdo pedagógico e a acessibilidade. Por meio dele, buscamos não apenas avaliar a diversão e o engajamento proporcionado pelo jogo, mas também a sua eficácia em transmitir conhecimentos e habilidades pertinentes ao tema abordado.

Ao optar pelo questionário MEEGA+, asseguramos que os feedbacks coletados seriam estruturados e direcionados, proporcionando insights valiosos para futuras iterações ou refinamentos do BORA CATÁ. Vale ressaltar que, em respeito à privacidade e à ética na pesquisa, as respostas foram coletadas de maneira anônima, garantindo que os participantes se sentissem à vontade para expressar suas opiniões e percepções de forma genuína e sem reservas.

Trataremos dos resultados em capítulo a seguir.

## 6 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Este capítulo trata de como foi realizada a aplicação da proposta de solução. Na prática, assim como apresenta os resultados extraídos de diferentes fontes como:

- 1) Formulário MEEGA + preenchido por participantes;
- 2) Gráficos provenientes do método MEEGA+;
- 3) *Feedbacks* dos participantes.

Os gráficos presentes neste capítulo são referentes aos *feedbacks* dos participantes, tendo seu período de construção logo após o encerramento da pesquisa e consolidação dos resultados.

### 6.1 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

Com o jogo testado internamente e finalizado, o produto estava pronto para utilização pelo público. Nesta etapa o jogo foi publicado na plataforma itch.io<sup>1</sup>, para ser acessado e jogado localmente após seguir as instruções contidas no site.

Inicialmente, a ideia era que apenas estudantes do EF e EM participassem da pesquisa, contudo mudaram-se os planos para que pudéssemos fazer uma pesquisa de opinião e assim abordar uma gama maior e mais heterogênea de participantes.

Conforme dito anteriormente, essa pesquisa consistiu em após o jogador experimentar o BORA CATÁ, logo em seguida responder nosso questionário MEEGA+. Para que não ficosmos limitados pela região, a pesquisa feita foi realizada por formulário do Google Forms, Assim, permitindo que pudéssemos divulgar e convidar possíveis participantes nos mais diferentes grupos pela internet. O formulário ficou disponível pelo período de 15/08/2023 até 06/09/2023 e foi divulgado em grupos do WhatsApp, grupos do Discord<sup>2</sup> e página da itch.io onde o jogo foi publicado.

### 6.2 PERFIL DOS PARTICIPANTES

Ao todo, conseguimos atingir uma marca de 62 respostas ao nosso formulário, o que significa que 62 pessoas participaram da pesquisa. Um dos trechos do formulário foi dedicado a extrair informações a respeito do perfil dos participantes, tais como:

- 1) Idade;
- 2) Gênero;

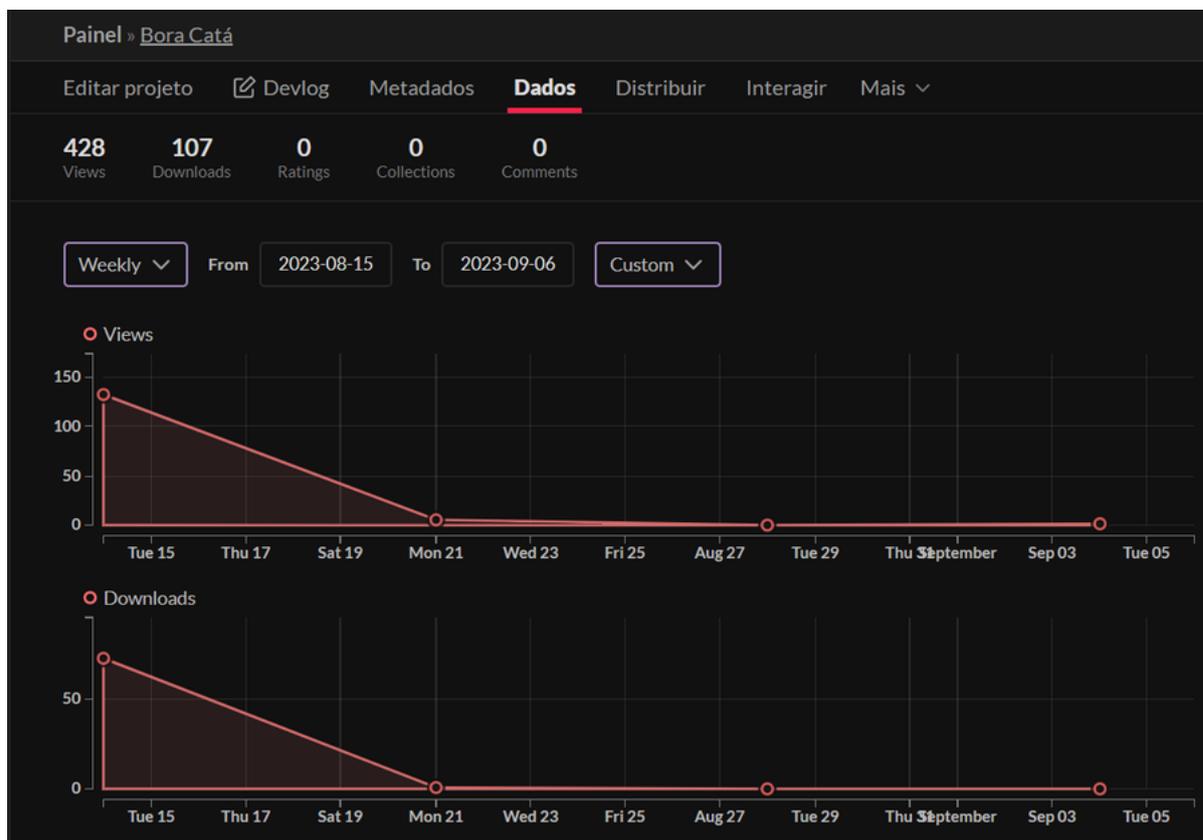
<sup>1</sup> <https://boracata.itch.io/bora>

<sup>2</sup> <https://discord.com/>

3) Grau de frequência que o participante joga.

A Figura 52 mostra o gráfico de visualizações e *downloads* feitos no período em que o jogo foi disponibilizado para testes ao público da pesquisa.

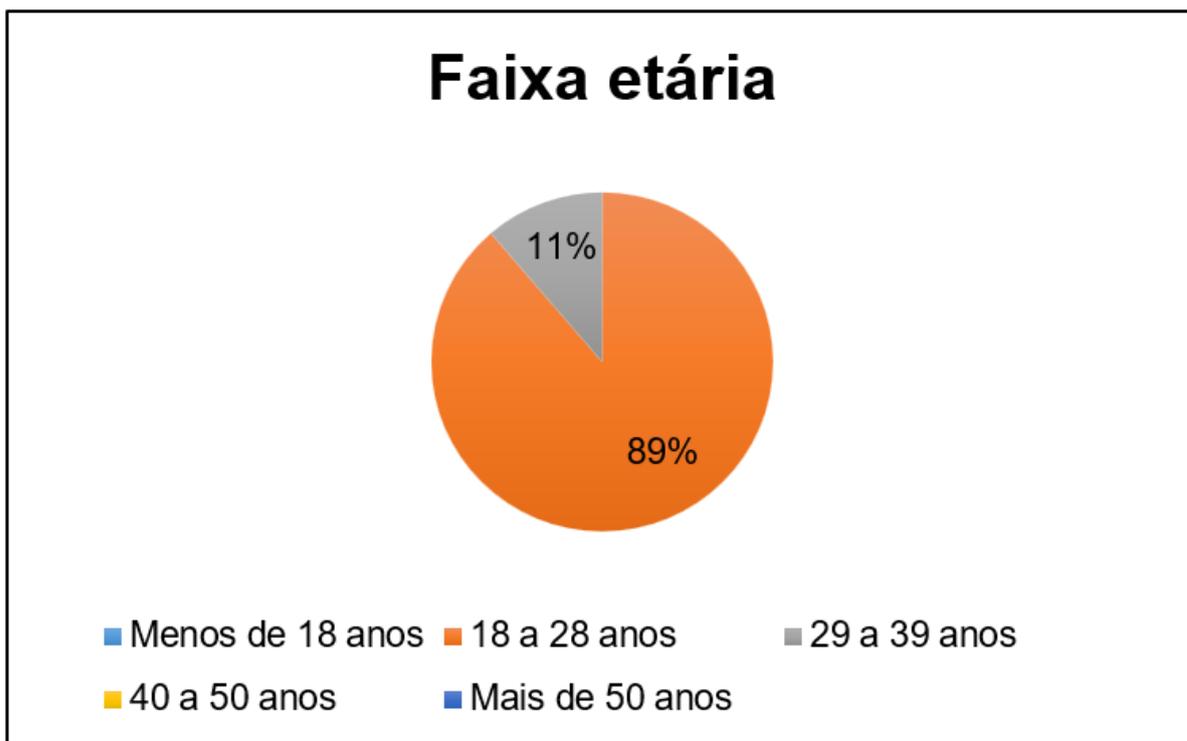
Figura 52 – Número de visualizações e *downloads* feitos na plataforma do Itch.io



Fonte: O autor.

Esta seção apresentará essas informações. Dentre as opções de etarismo presentes na pesquisa, a maioria dos jogadores se encontra na faixa dos 18 e 29 anos, como observado na Figura 53.

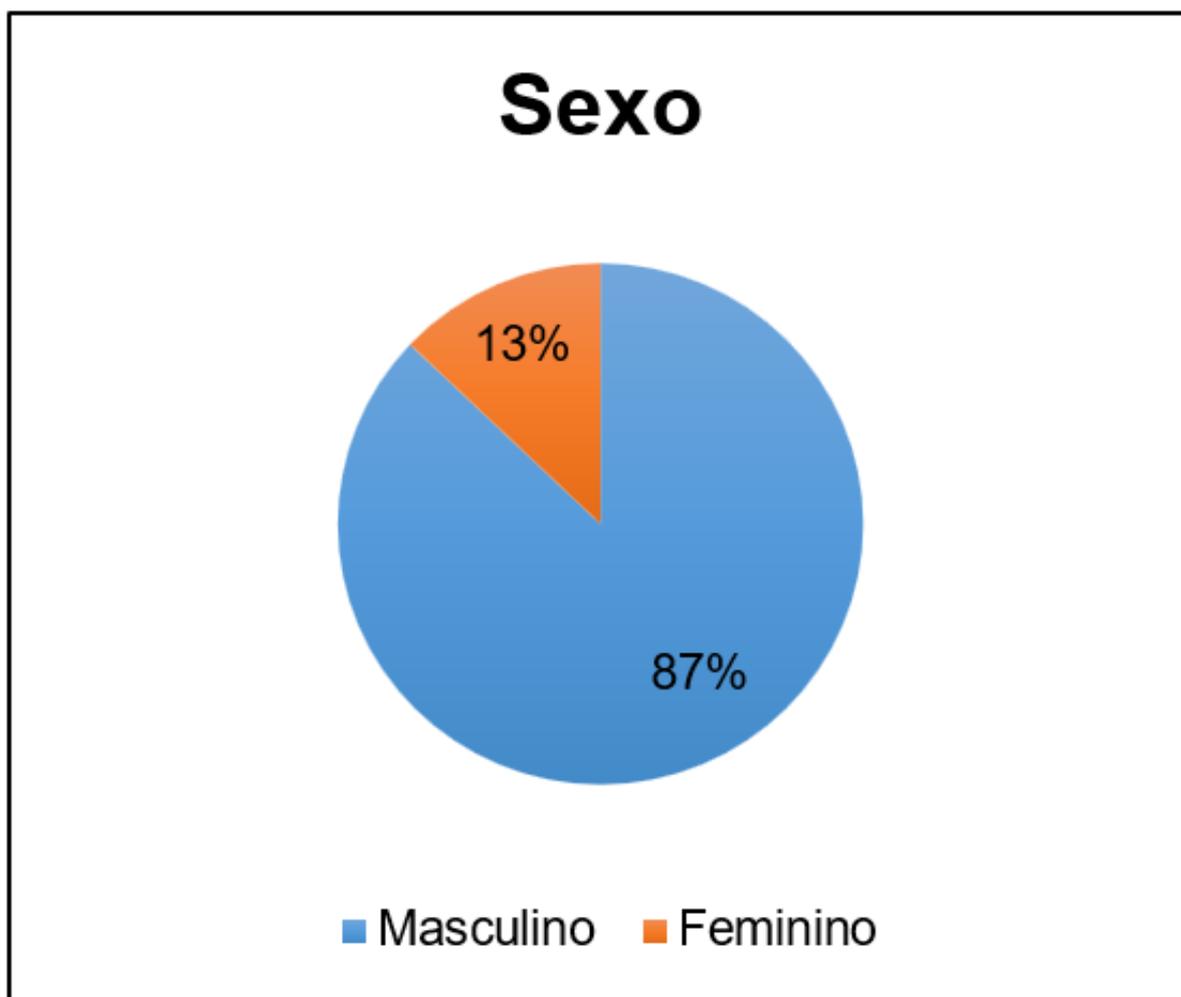
Figura 53 – Gráfico de idade dos participantes



Fonte: O autor.

O jogo foi jogado de maneira majoritária por pessoas do gênero masculino, como visto na Figura 54.

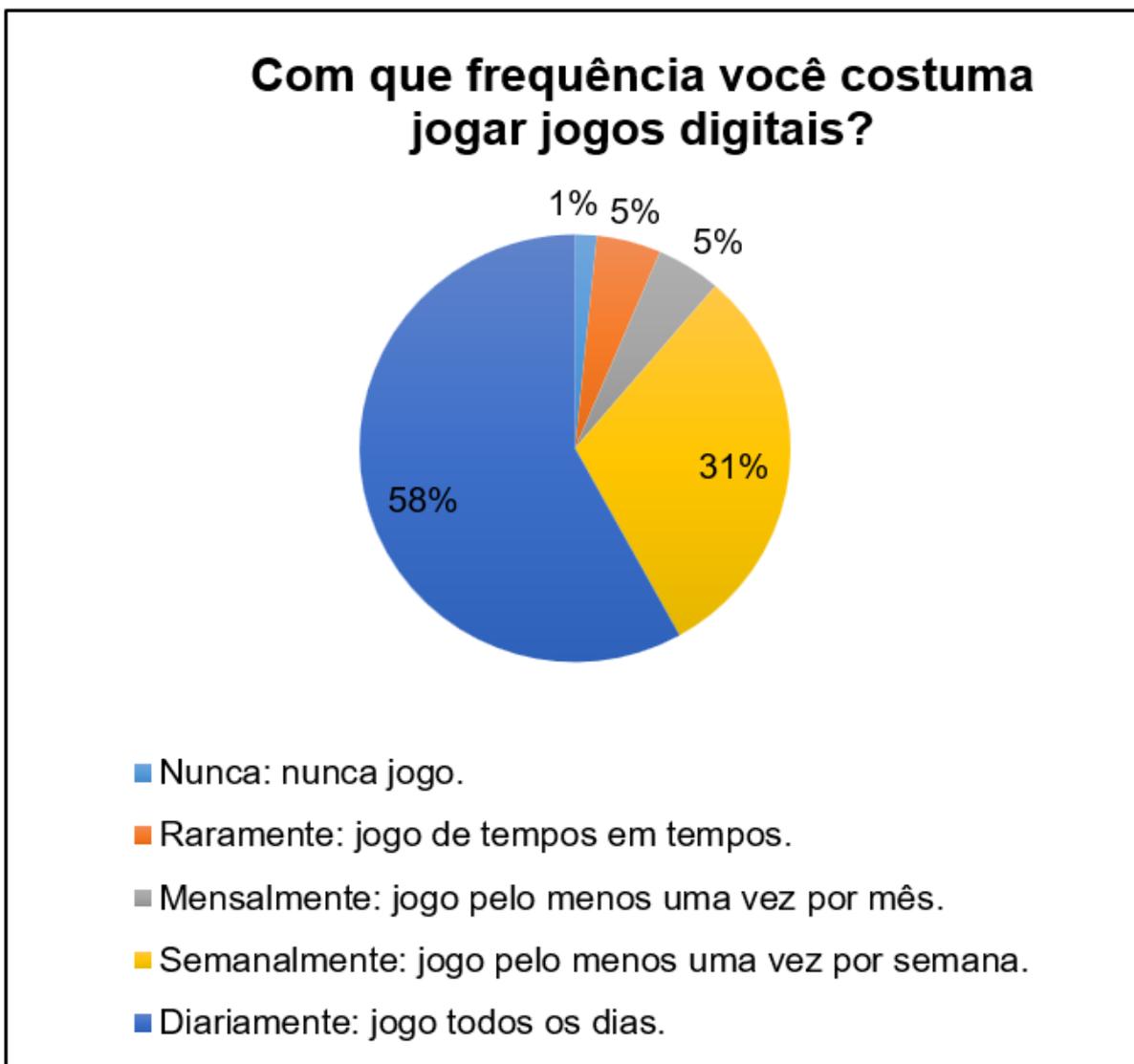
Figura 54 – Gráfico do gênero dos participantes



Fonte: O autor.

A seguir, a Figura 55 ilustra o gráfico que trata da pergunta "Com que frequência você costuma jogar jogos digitais?".

Figura 55 – Gráfico sobre a frequência em que os participantes costumam jogar jogos digitais

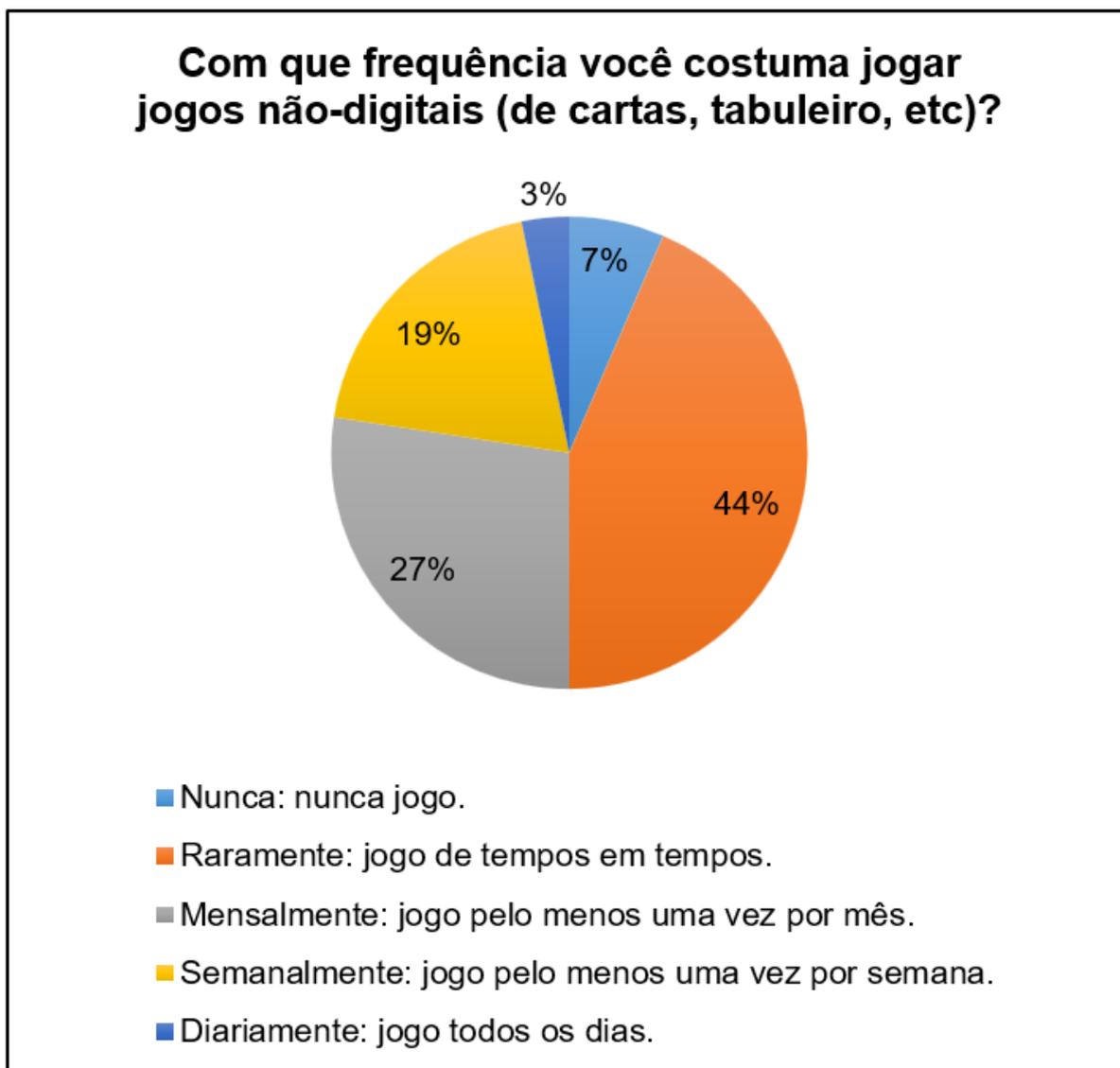


Fonte: O autor.

Nota-se que 58% dos participantes diariamente jogam jogos digitais, representando uma informação relevante ao ter o objetivo de mudar hábitos através de jogos.

A seguir, a Figura 56 ilustra o gráfico que trata da pergunta “Com que frequência você costuma jogar jogos não-digitais?”.

Figura 56 – Gráfico sobre a frequência em que os participantes costumam jogar jogos não-digitais



Fonte: O autor.

Nota-se que 44% dos participantes raramente jogam jogos não-digitais e 27% ao menos uma vez por mês, representando uma baixa frequência se comparado aos jogos digitais.

### 6.3 EXPERIÊNCIA DO JOGADOR

O formulário também questionava os participantes com perguntas a respeito de sua experiência com o jogo e com a pesquisa. Nas seguintes seções serão apresentados os dados obtidos por essas perguntas, separados nas categorias “Usabilidade” e “Experiência do jogador”.

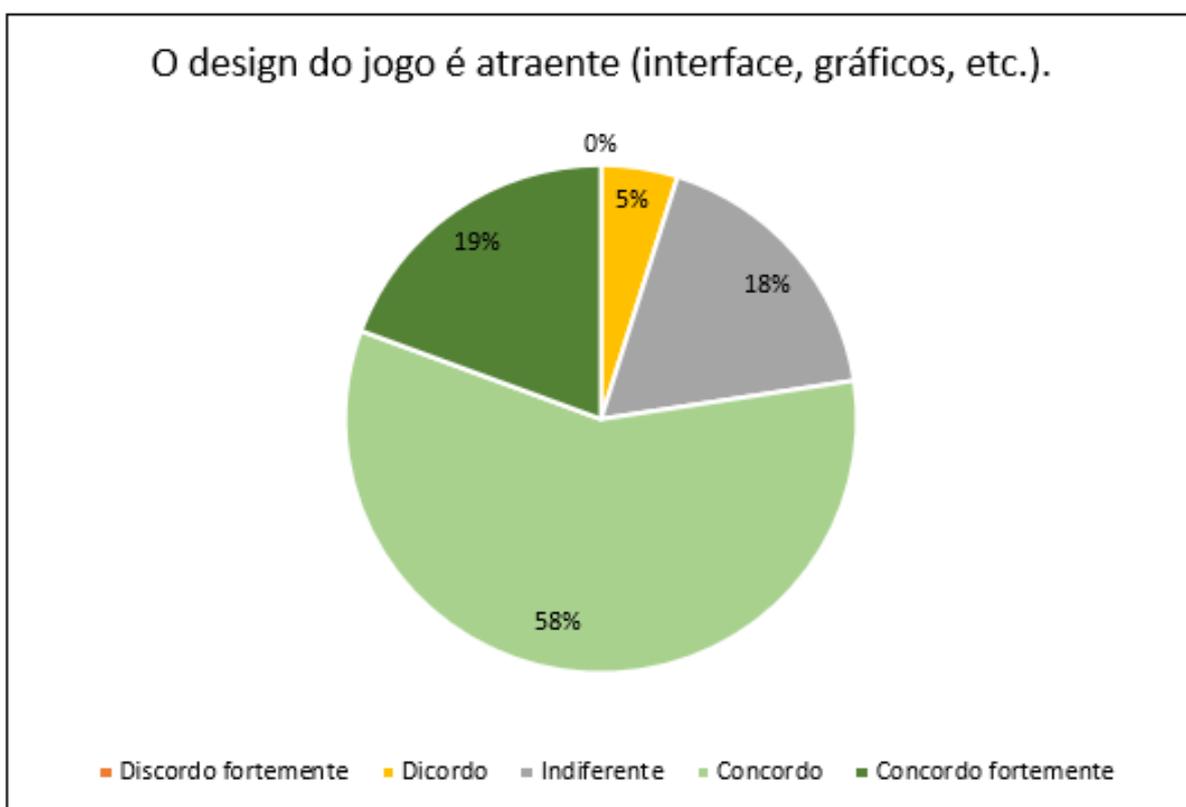
### 6.3.1 USABILIDADE

Dentro da categoria de “Usabilidade”, foram feitas questões acerca da estética, da acessibilidade e da operabilidade, além de questões relacionadas à aprendizagem necessária para jogar o jogo.

#### 6.3.1.1 ESTÉTICA

Na Figura 57, abaixo, podemos observar a devolutiva dos participantes em relação à afirmação do design do jogo ser atraente.

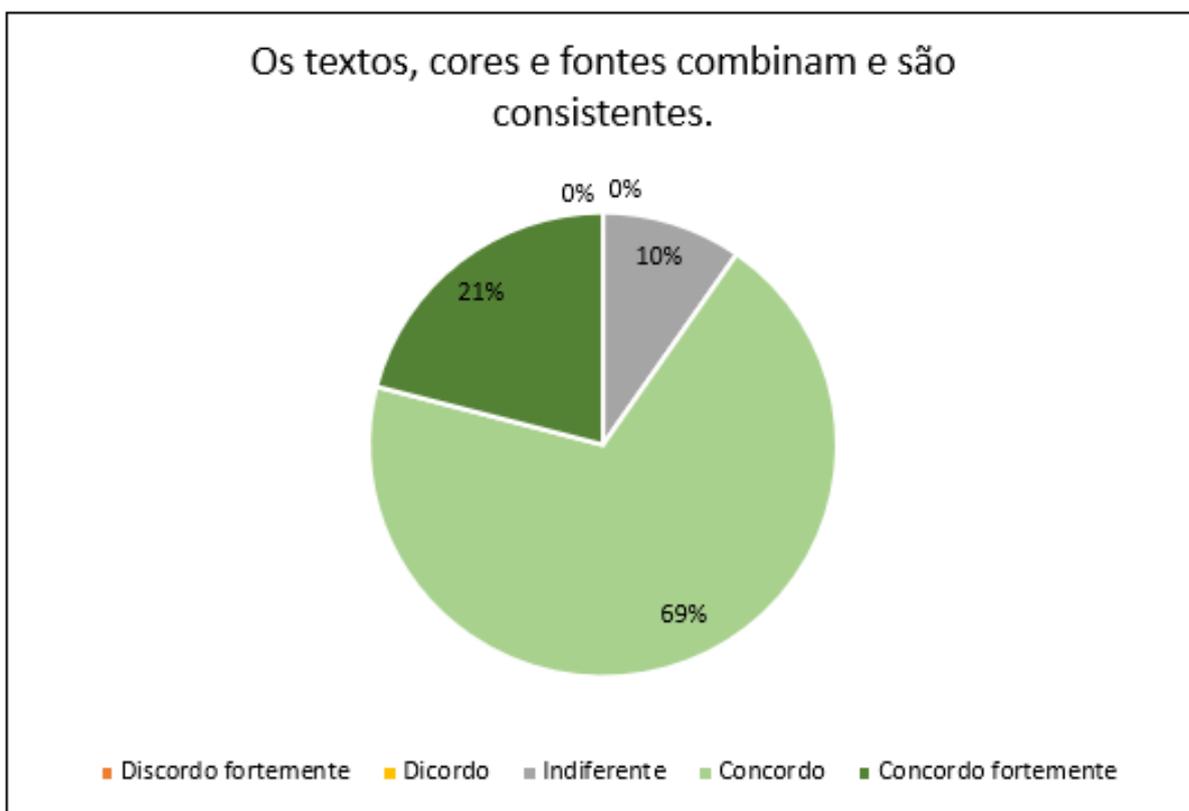
**Figura 57 – Gráfico sobre a opinião em relação à estética do jogo**



Fonte: O autor.

Na Figura 58, abaixo, podemos observar a devolutiva dos participantes em relação à afirmação da consistência dos textos, cores e fontes do jogo.

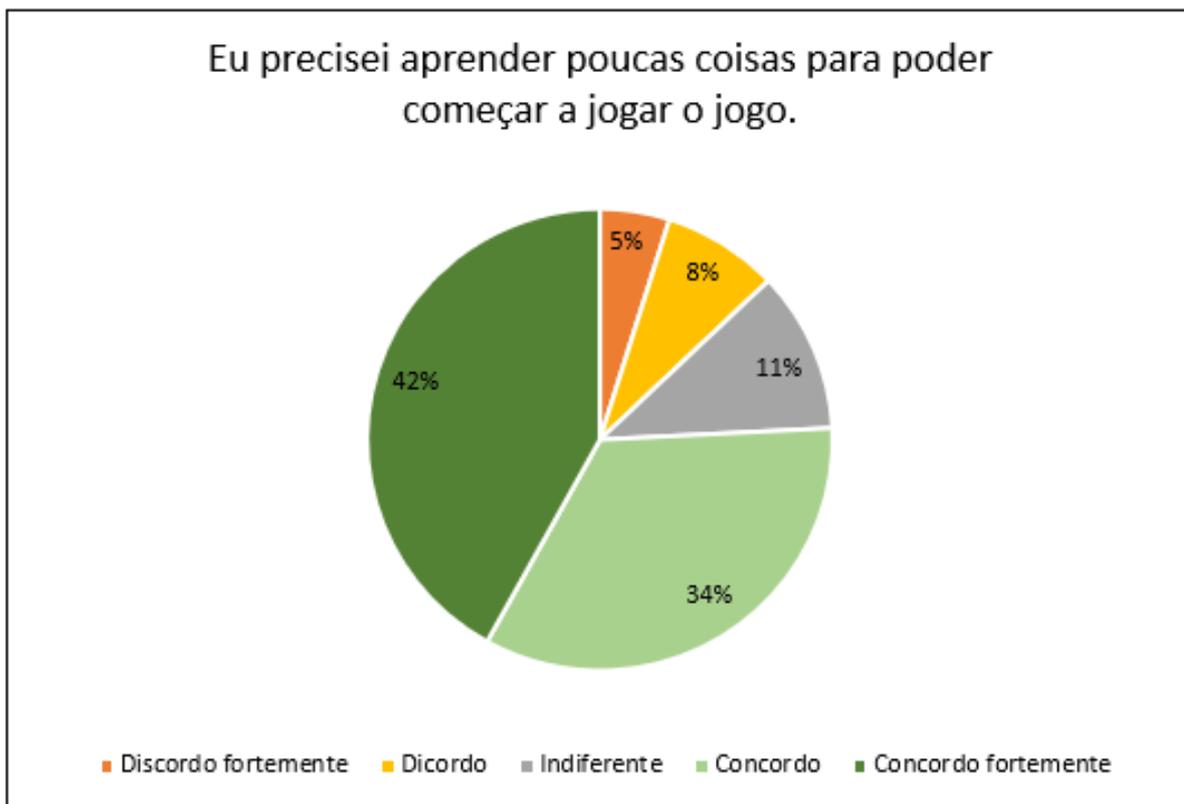
**Figura 58 – Gráfico sobre a opinião em relação à consistência da estética do jogo**



Fonte: O autor.

### 6.3.1.2 APRENDIZAGEM

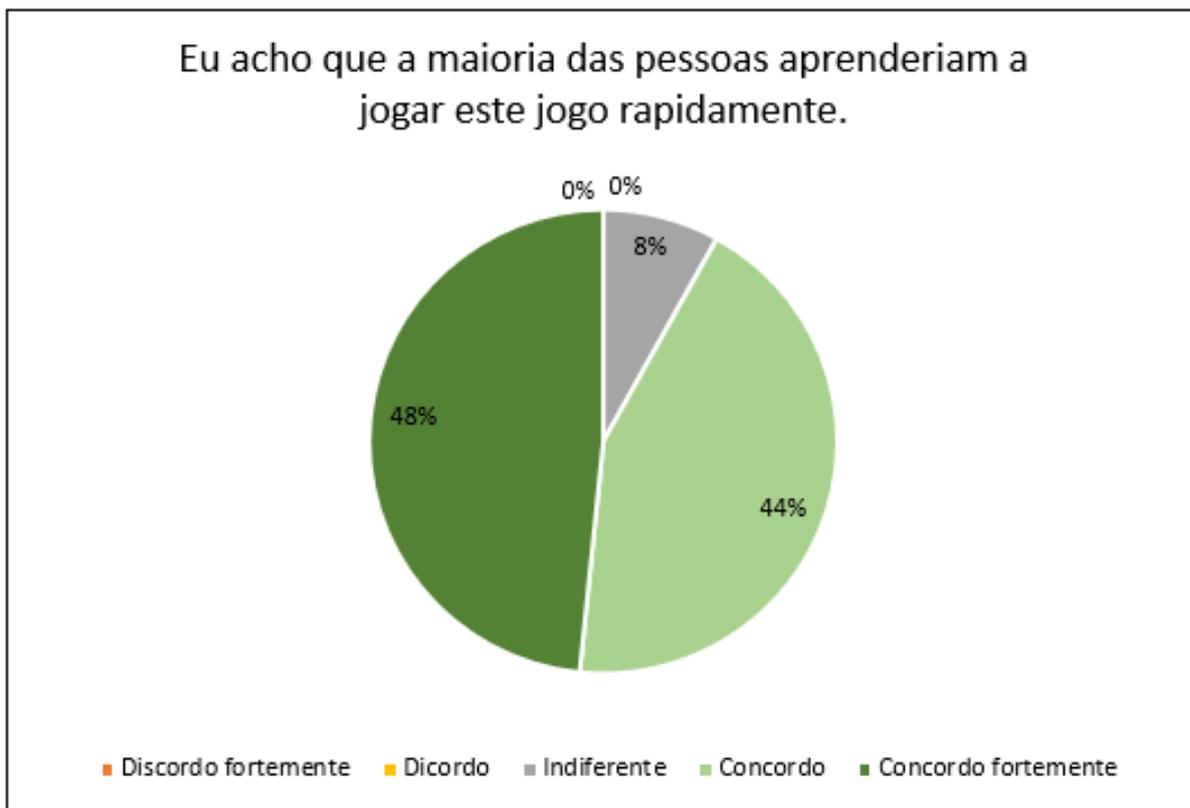
Na Figura 59, abaixo, podemos observar a devolutiva dos participantes em relação à afirmação terem tido que aprender poucas coisas para poder começar o jogo.

**Figura 59 – Gráfico sobre a opinião em relação ao aprendizado para começar o jogo**

Fonte: O autor.

Na Figura 60, abaixo, podemos observar a devolutiva dos participantes em relação à afirmação de que a maioria das pessoas aprenderia a jogar rapidamente.

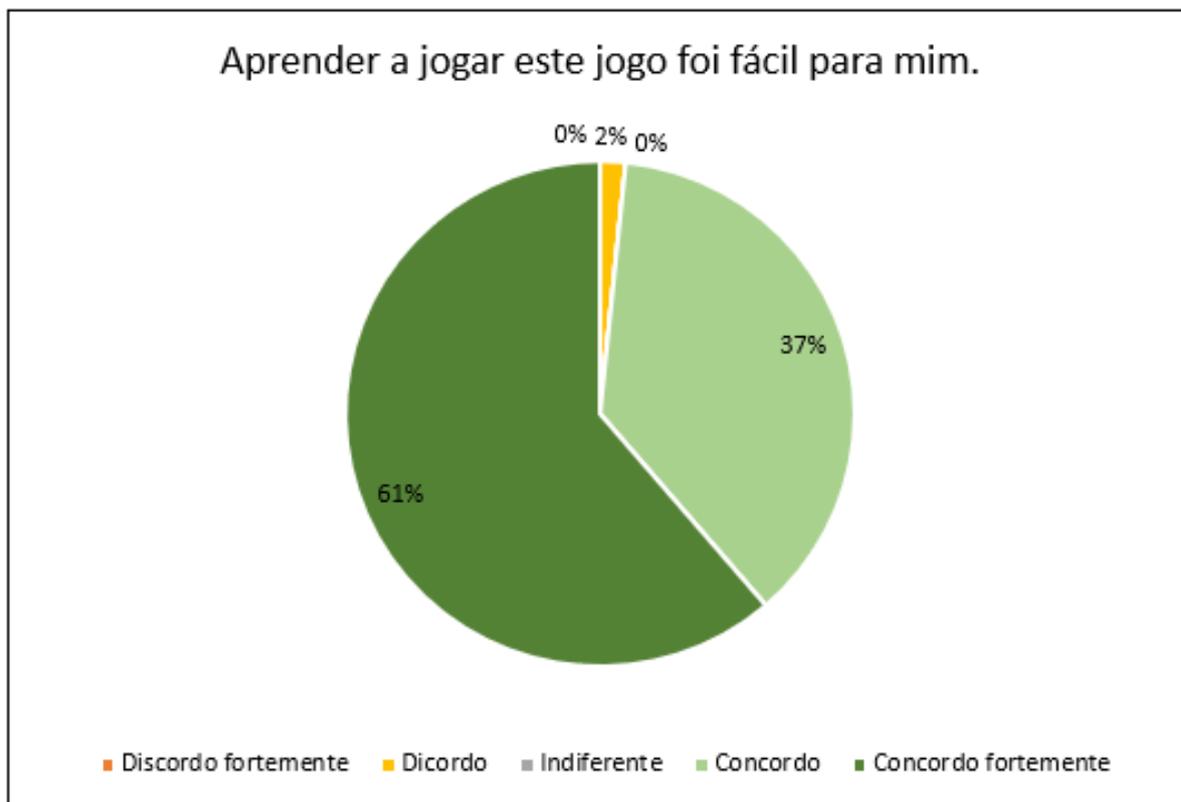
Figura 60 – Gráfico sobre a opinião em relação à rapidez de aprendizado para começar o jogo



Fonte: O autor.

Na Figura 61, abaixo, podemos observar a devolutiva dos participantes em relação à afirmação de que aprender a jogar o BORA CATÁ foi fácil para eles.

Figura 61 – Gráfico sobre a opinião em relação à facilidade de aprendizado percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ



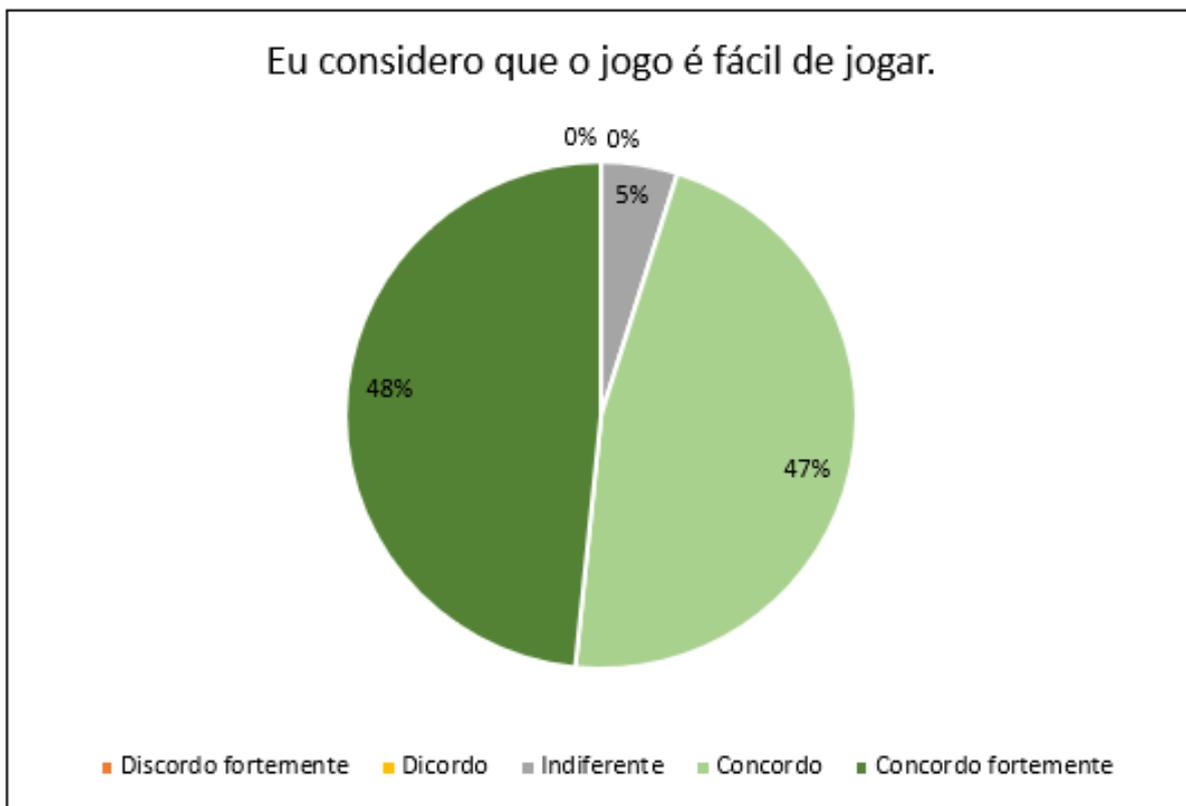
Fonte: O autor.

### 6.3.1.3 OPERABILIDADE

Em contextos educacionais, a eficácia de jogos digitais não reside apenas na sua capacidade de engajar, mas também na clareza e compreensibilidade das suas mecânicas e regras. Quando um jogo educacional é percebido como fácil e com regras claras, ele maximiza a transmissão da mensagem pedagógica pretendida, eliminando barreiras cognitivas potenciais. Esta facilidade de compreensão é especialmente crucial em jogos destinados a mudar hábitos, uma vez que a clareza das regras permite ao jogador internalizar mais eficazmente as ações desejadas no mundo real. Além disso, a simplicidade e a clareza promovem uma aprendizagem mais direta e menos sujeita a mal-entendidos, garantindo que a intenção pedagógica seja alcançada sem desvios interpretativos. Portanto, a consideração de que um jogo educacional é de fácil compreensão não é apenas uma vantagem como jogabilidade, mas também um fator crucial para a eficácia da intervenção educacional proposta.

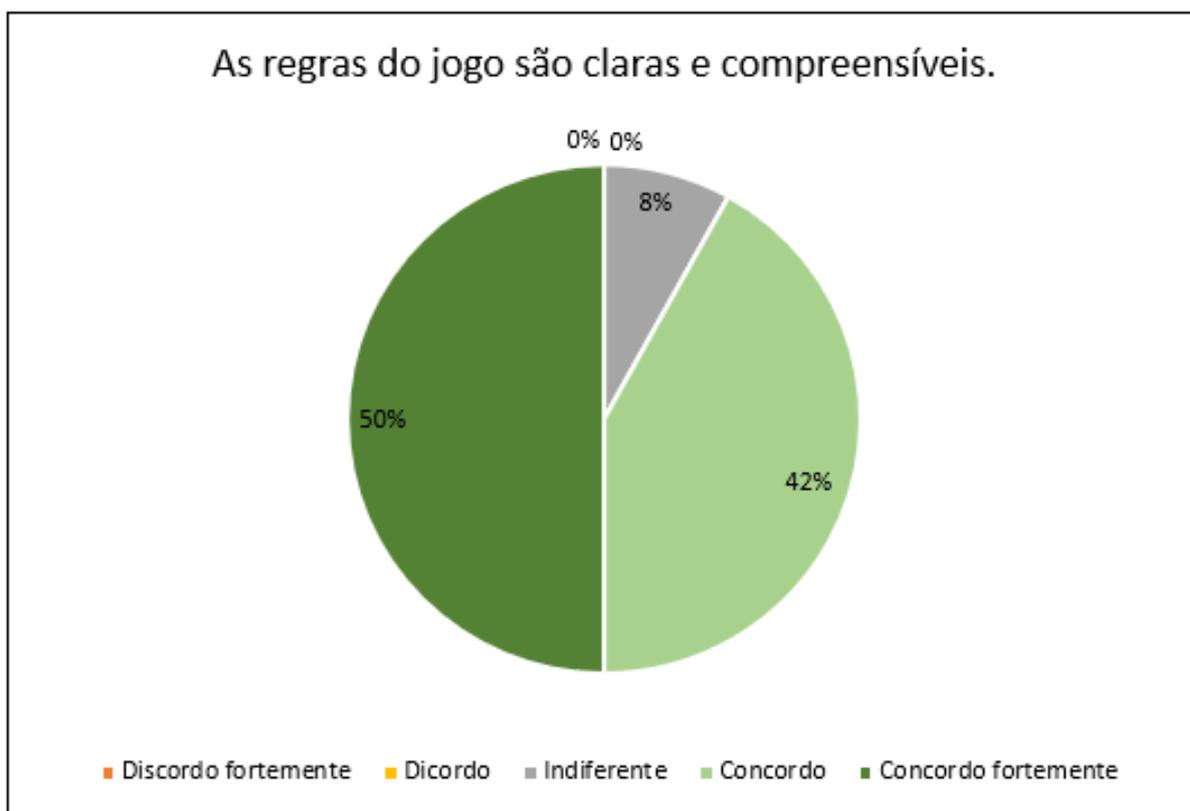
Conforme ilustrado nas Figuras 62 e 63, abaixo, o jogo é considerado pelos jogadores, fácil de jogar e as regras propostas são claras e compreensíveis.

**Figura 62 – Gráfico sobre a opinião em relação à operabilidade de jogo percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ**



Fonte: O autor.

Figura 63 – Gráfico sobre a opinião em relação à clareza e compreensão de regras do jogo percebida pelos jogadores para jogar o BORA CATÁ



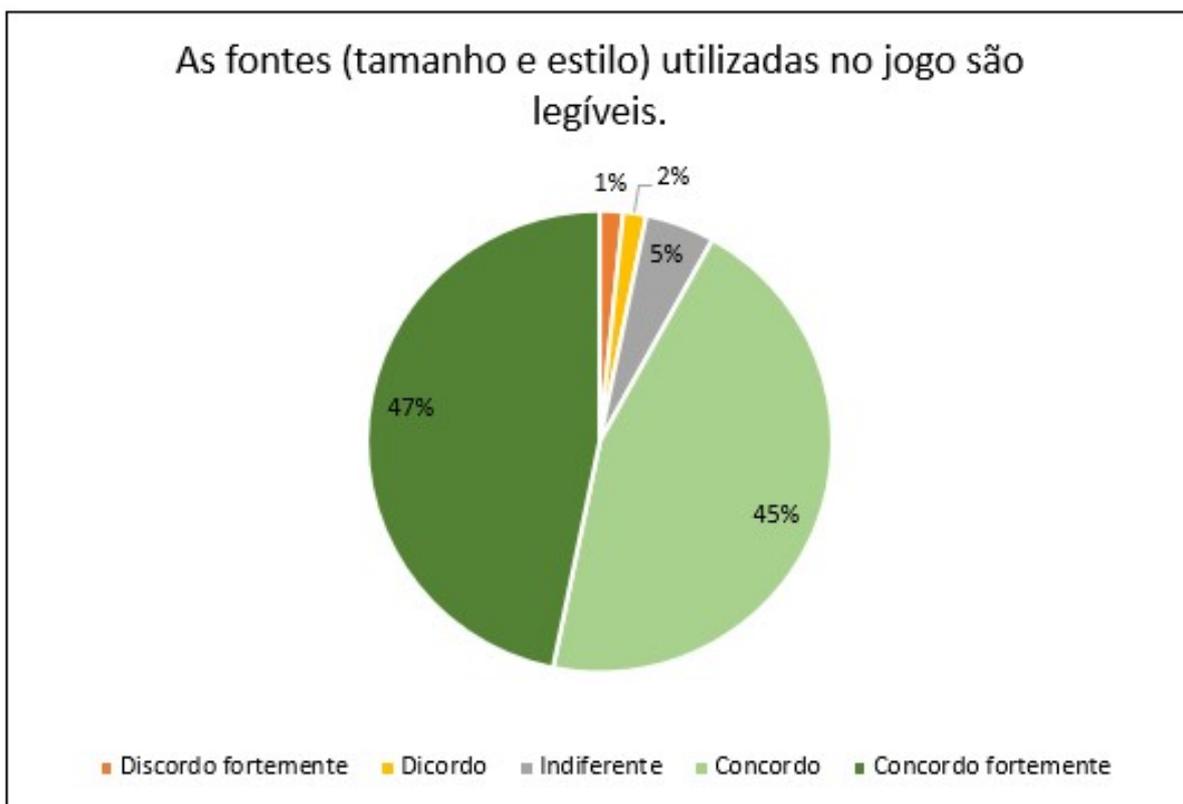
Fonte: O autor.

#### 6.3.1.4 ACESSIBILIDADE

Dentro do escopo da pedagogia digital, a acessibilidade é um elemento fundamental para assegurar a inclusão e a eficácia das ferramentas de ensino. No contexto dos jogos educacionais destinados a promover a mudança de hábitos, a acessibilidade não só amplia o alcance do público-alvo, mas também reforça a efetividade da mensagem transmitida. Especificamente, a utilização de fontes legíveis — tanto em tamanho quanto em estilo — facilita a assimilação das informações e diretrizes propostas pelo jogo, minimizando distrações e potenciais mal-entendidos. A combinação desses elementos de design, orientados para a acessibilidade, não apenas garante que o jogo seja mais inclusivo, mas também potencializa o impacto pedagógico, consolidando o jogo como uma ferramenta eficaz na promoção de mudanças comportamentais desejadas.

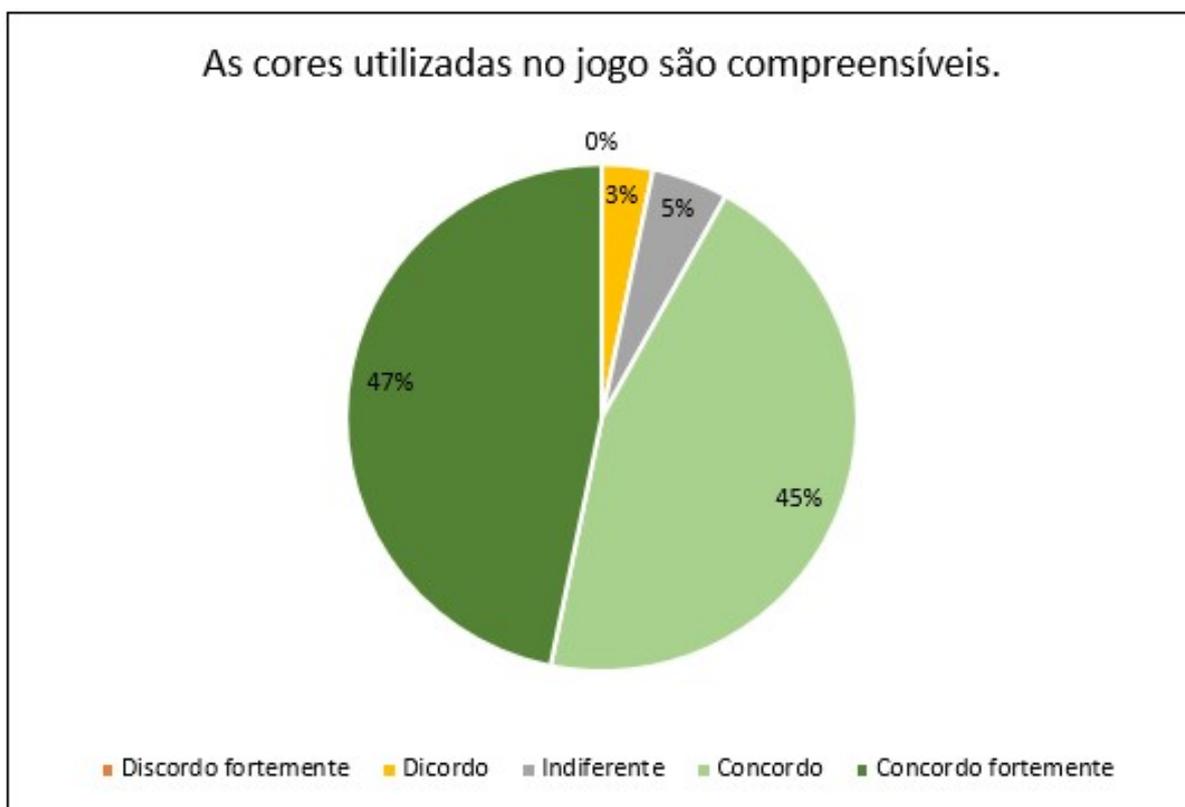
Conforme ilustrado nas Figuras 64 e 65, abaixo, o jogo é considerado pelos jogadores em sua maioria, acessível.

Figura 64 – Gráfico sobre as fontes (tamanho e estilo)



Fonte: O autor.

Figura 65 – Gráfico sobre as compreensibilidade das cores utilizadas



Fonte: O autor.

### 6.3.2 EXPERIÊNCIA DO JOGADOR

Dentro do universo acadêmico e das investigações em torno de jogos educativos, a experiência do jogador emerge como uma variável crucial para compreender a efetividade e o impacto de determinado software lúdico-pedagógico. Essa experiência, multifacetada e compreende dimensões cognitivas, emocionais e comportamentais, pode ser capturada e analisada por relatos diretos dos jogadores. Coletar e examinar esses relatos proporciona insights valiosos sobre como o jogo é percebido, quais aspectos são mais engajantes ou problemáticos e, crucialmente, se os objetivos pedagógicos estão sendo atingidos. No âmbito desta pesquisa, os relatos da experiência do jogador oferecem uma janela para o mundo interno dos participantes, permitindo uma análise mais aprofundada sobre o impacto real do jogo BORA CATÁ em seu público-alvo.

#### 6.3.2.1 CONFIANÇA

No contexto da experiência do jogador, a confiança é um elemento fundamental que influencia diretamente na interação e engajamento com o jogo. A confiança pode ser entendida como a segurança ou certeza que o jogador sente em relação à usabilidade, design e objetivos propostos pelo jogo. Quando os jogadores confiam que a plataforma

lúdica proporcionará uma experiência positiva, sem frustrações inesperadas ou desafios desproporcionais, eles estão mais propensos a se engajar de maneira mais profunda e contínua. Além disso, em jogos educacionais, a confiança na precisão e relevância do conteúdo é essencial para garantir que os objetivos de aprendizado sejam alcançados. Assim, a construção e manutenção dessa confiança é crucial não apenas para a satisfação imediata do jogador, mas também para a eficácia pedagógica de longo prazo do jogo.

Na Figura 66, abaixo, temos uma concordância superior a 80% sobre a afirmação de que a organização do conteúdo ajudou a dar a confiança necessária para que o jogador aprendesse com o jogo.

Figura 66 – Gráfico sobre a organização de conteúdo e confiança



Fonte: O autor.

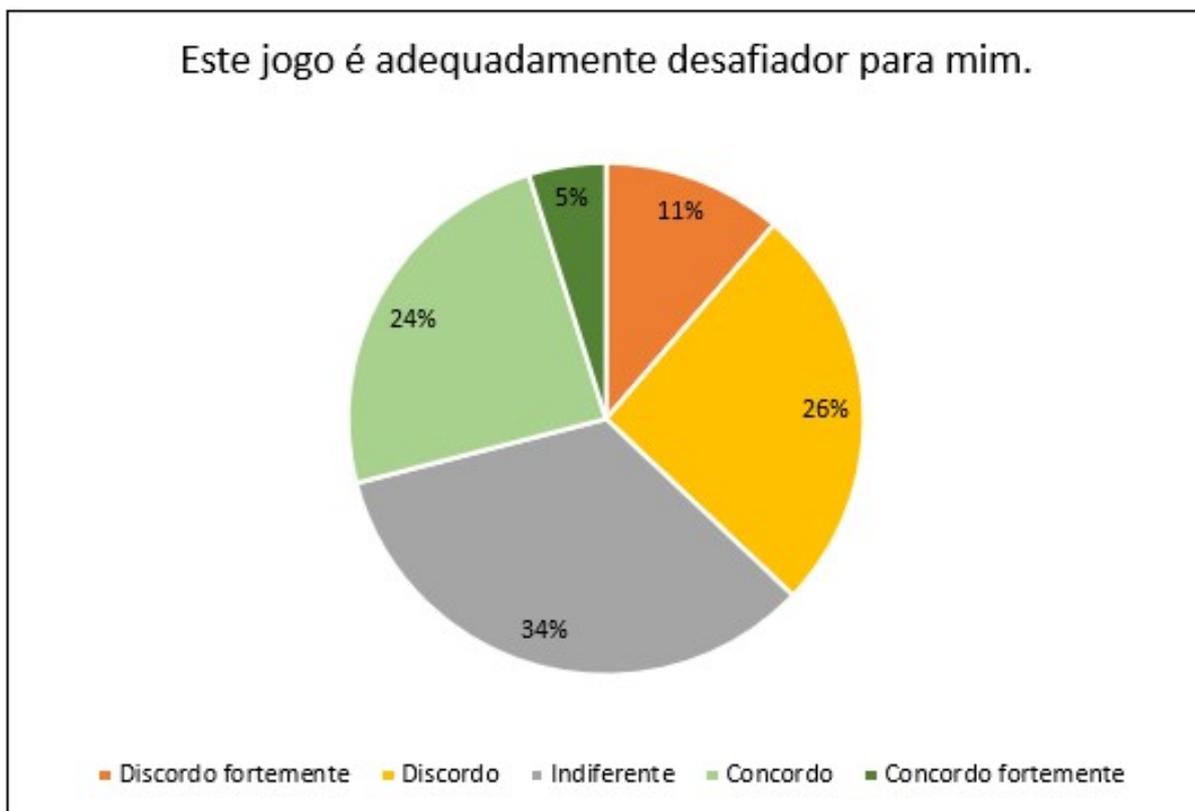
### 6.3.2.2 DESAFIO

No âmbito da experiência do jogador, o elemento do desafio emerge como um componente crucial. O equilíbrio correto entre dificuldade e habilidade pode intensificar significativamente a imersão e o engajamento do jogador, motivando-os a investir mais tempo e esforço no jogo. À luz dos relatos coletados através da pesquisa, torna-se evidente que os desafios propostos não apenas mediam a mecânica do jogo, mas também atuam como catalisadores na formação da percepção e na resposta emocional do jogador. A capacidade

de um jogo em apresentar desafios percebidos como justos e superáveis pode determinar o sucesso de sua aceitação e o grau de aprendizado ou mudança comportamental desejada. Assim, entender como os participantes da pesquisa reagiram aos desafios apresentados no jogo fornece insights valiosos sobre a eficácia do design do jogo e seu potencial impacto no cumprimento de objetivos educacionais ou persuasivos.

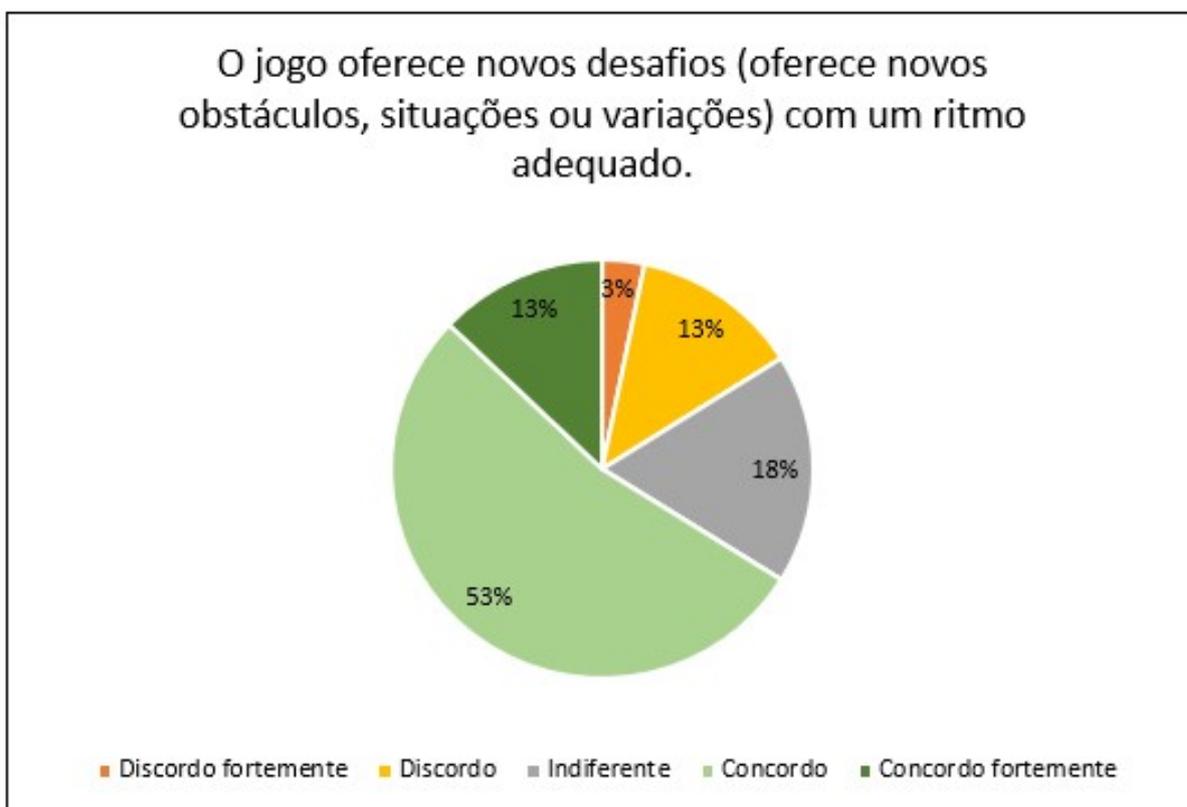
As Figuras 67, 68 e 69 ilustram as percepções aos desafios.

**Figura 67 – Gráfico sobre a percepção de desafio pelo jogador**

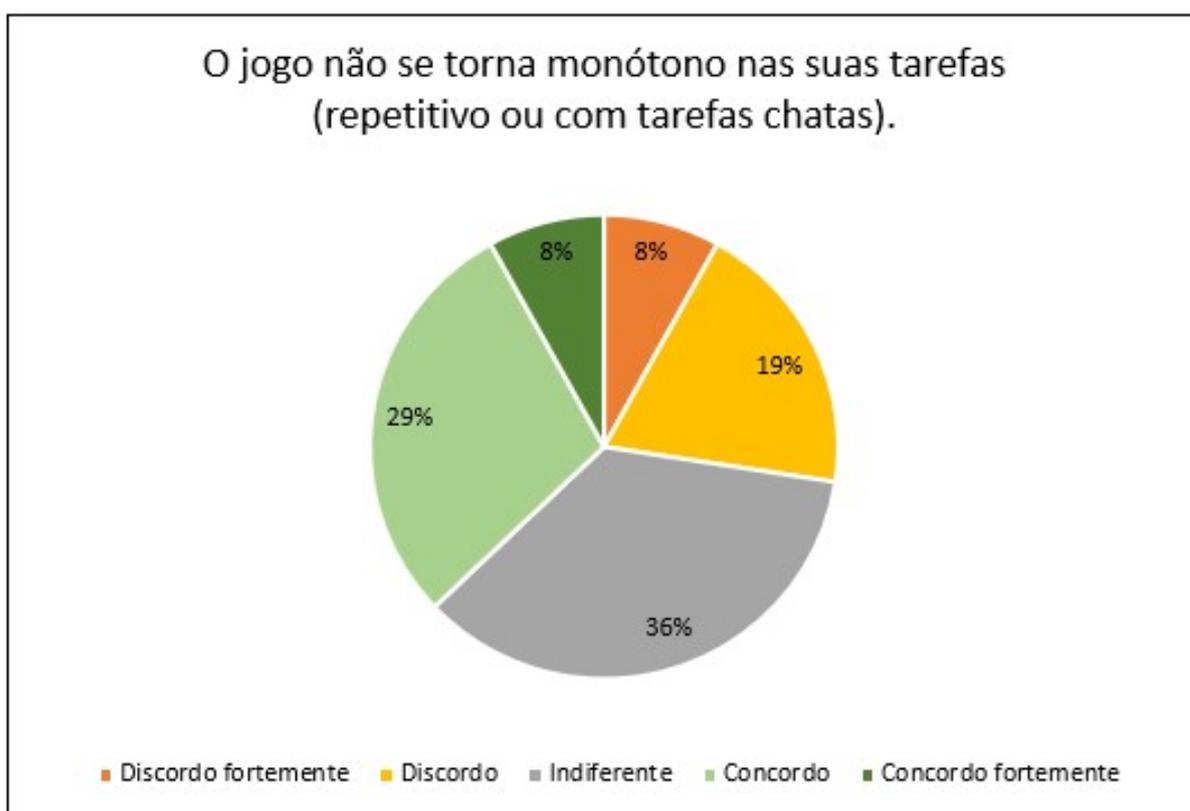


Fonte: O autor.

Figura 68 – Gráfico sobre a percepção de ritmo e desafio pelo jogador



Fonte: O autor.

**Figura 69 – Gráfico sobre a percepção de tarefas repetitivas pelo jogador**

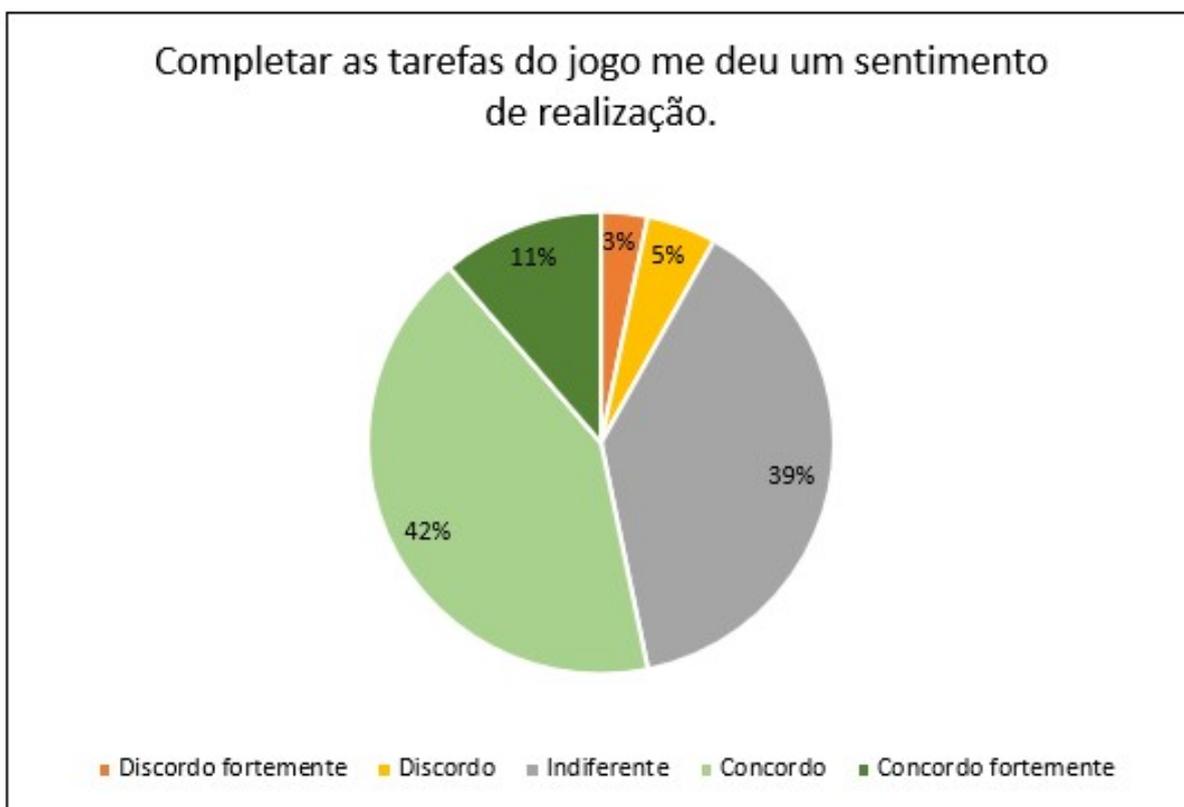
Fonte: O autor.

### 6.3.2.3 SATISFAÇÃO

A avaliação da satisfação do jogador tornou-se um elemento fundamental para entender e otimizar a experiência de jogo. No âmbito da pesquisa realizada, os relatos obtidos por meio das respostas dos participantes forneceram insights valiosos sobre esse aspecto particular. A satisfação, nesse contexto, não se refere apenas ao prazer imediato durante a interação, mas também abrange o sentimento de realização, a percepção do valor educacional do jogo e a possibilidade de influenciar positivamente o comportamento fora do ambiente virtual. Estes feedbacks são essenciais, pois permitem que os desenvolvedores ajustem e aprimorem o jogo, tornando-o não apenas educativo, mas também gratificante e envolvente para o público-alvo.

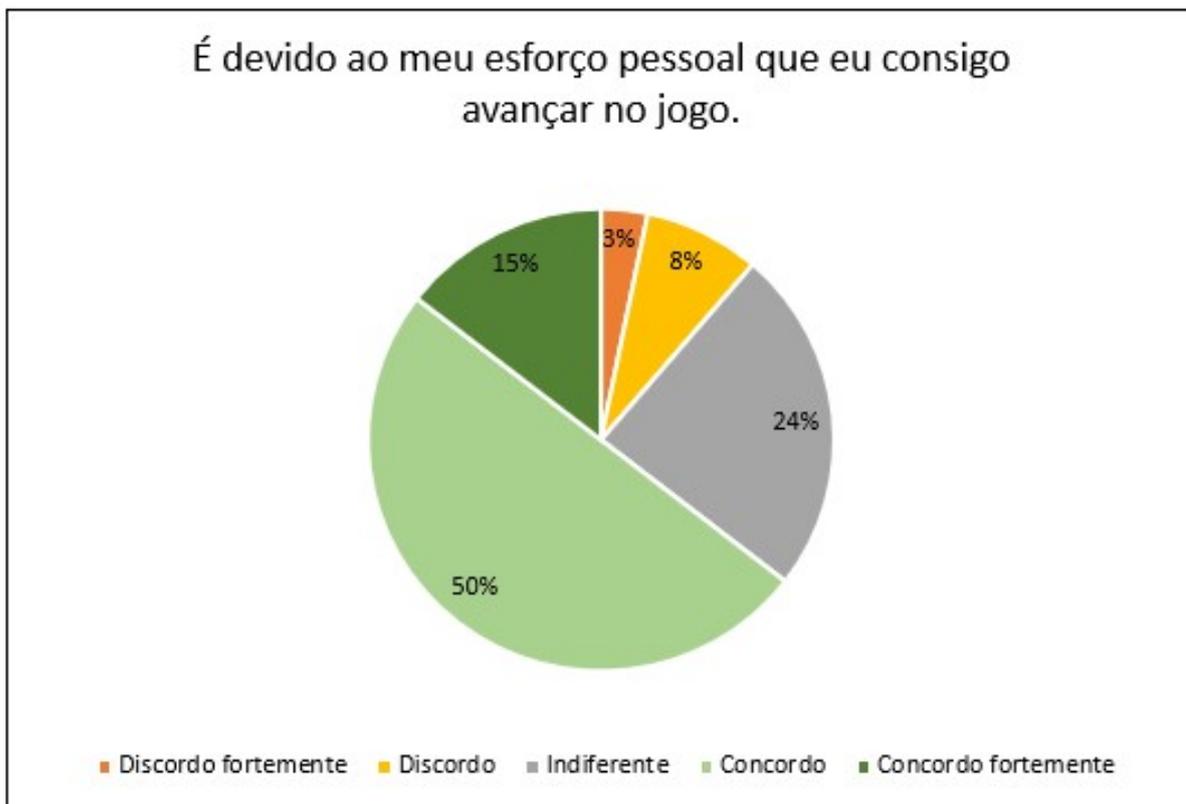
As Figuras 70, 71, 72, e 73 ilustram as percepções do jogador no quesito de satisfação.

Figura 70 – Gráfico sobre a percepção do sentimento de realização pelo jogador



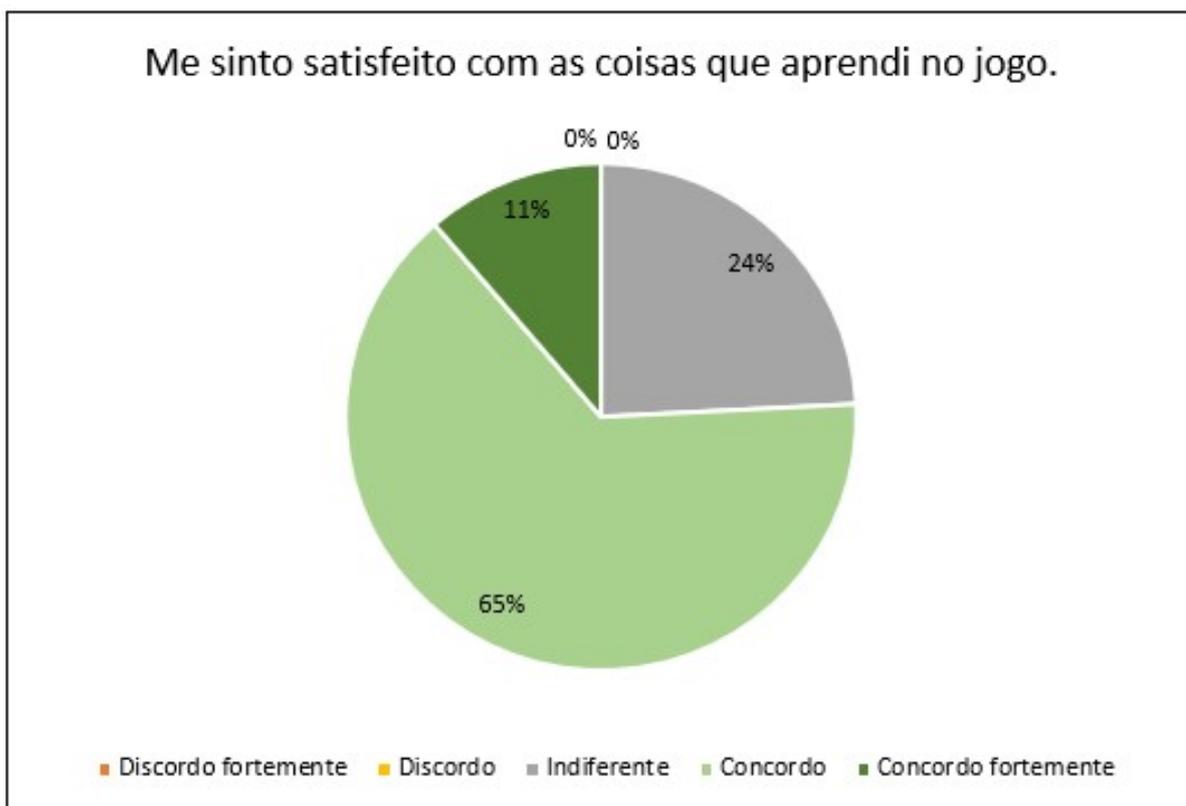
Fonte: O autor.

Figura 71 – Gráfico sobre a percepção do esforço pessoal pelo jogador

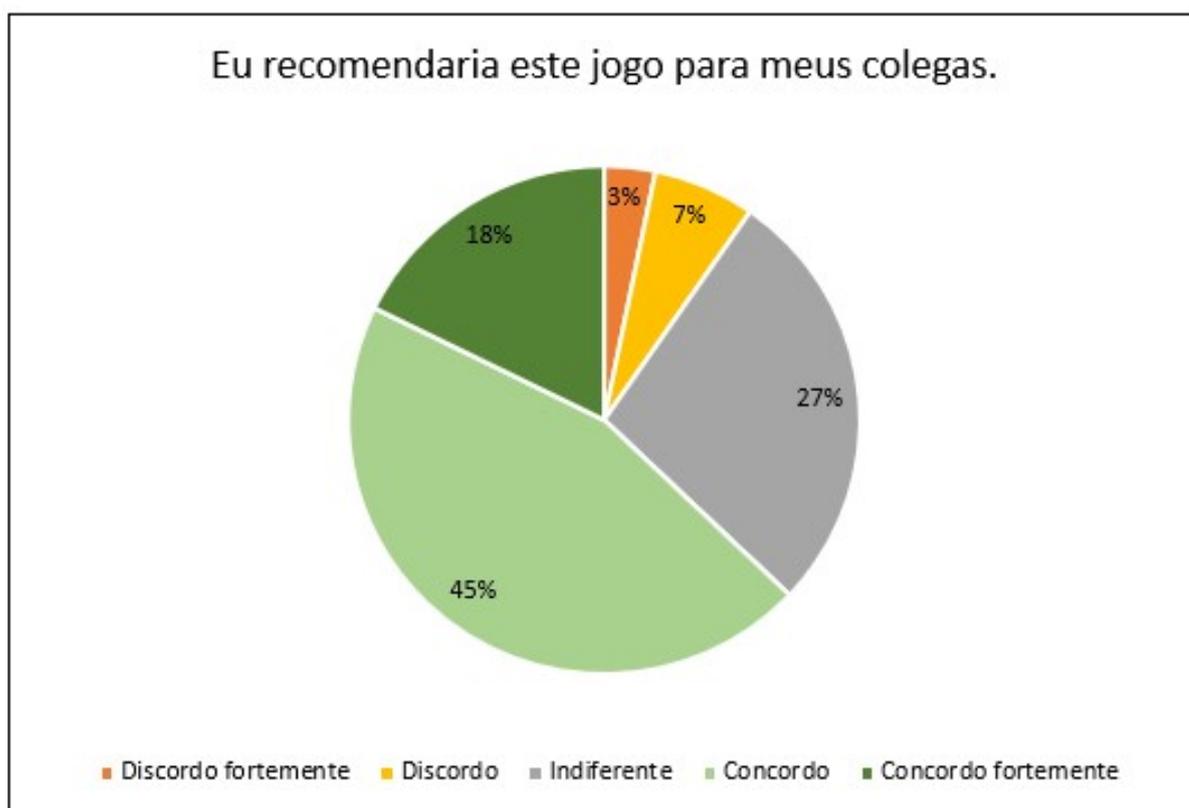


Fonte: O autor.

**Figura 72 – Gráfico sobre a percepção de satisfação percebido pelo jogador**



Fonte: O autor.

**Figura 73 – Gráfico sobre a possibilidade de recomendação do jogo para colegas do jogador**

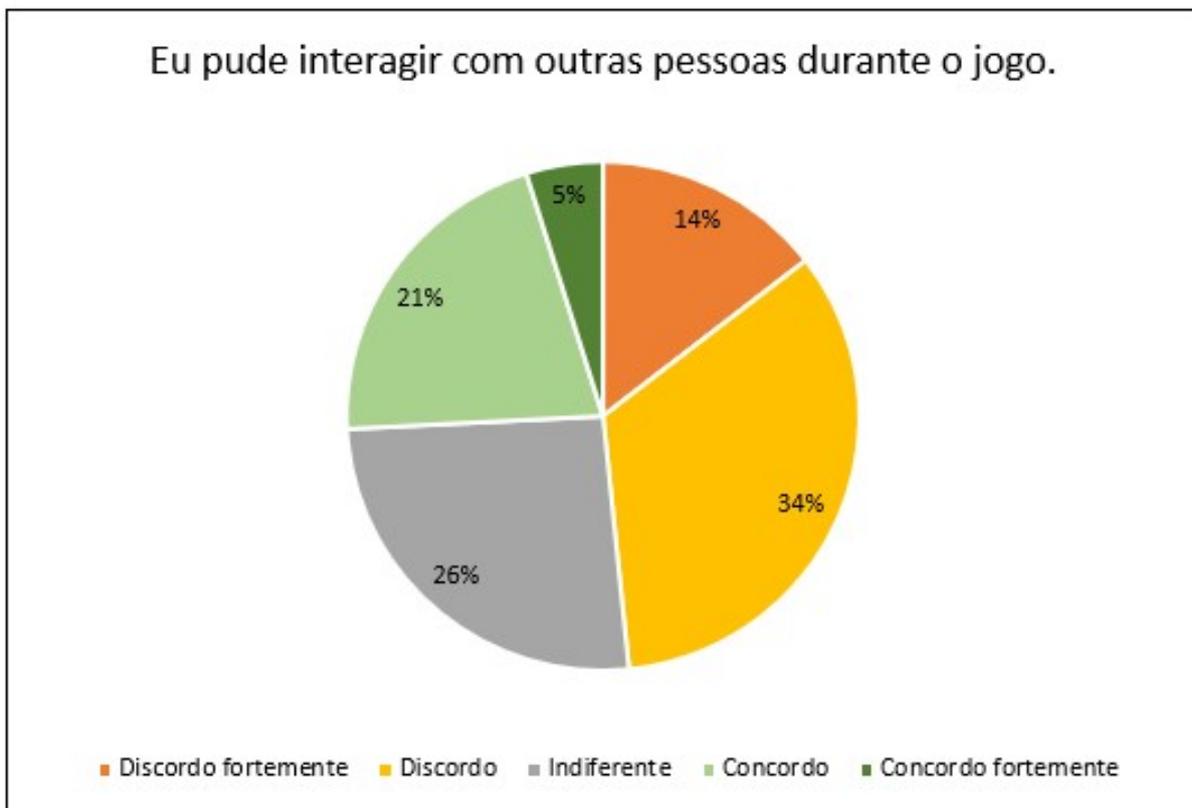
Fonte: O autor.

#### 6.3.2.4 INTERAÇÃO SOCIAL

A interação social dentro dos ambientes de jogo é uma dimensão crucial para a compreensão da experiência do jogador em um espectro mais amplo. Em nosso estudo, as respostas dos participantes ofereceram uma visão profunda sobre como os jogadores percebem, vivenciam e valorizam os elementos sociais incorporados ao jogo. A capacidade de interagir, colaborar ou até mesmo competir com outros jogadores pode enriquecer significativamente a experiência de jogo, proporcionando não apenas desafio e engajamento, mas também oportunidades para aprendizado colaborativo, troca de estratégias e construção de comunidades. Analisar esses relatos é fundamental para entender como os aspectos sociais do jogo influenciam na satisfação, no engajamento e na retenção dos jogadores, bem como nas dinâmicas que emergem destas interações.

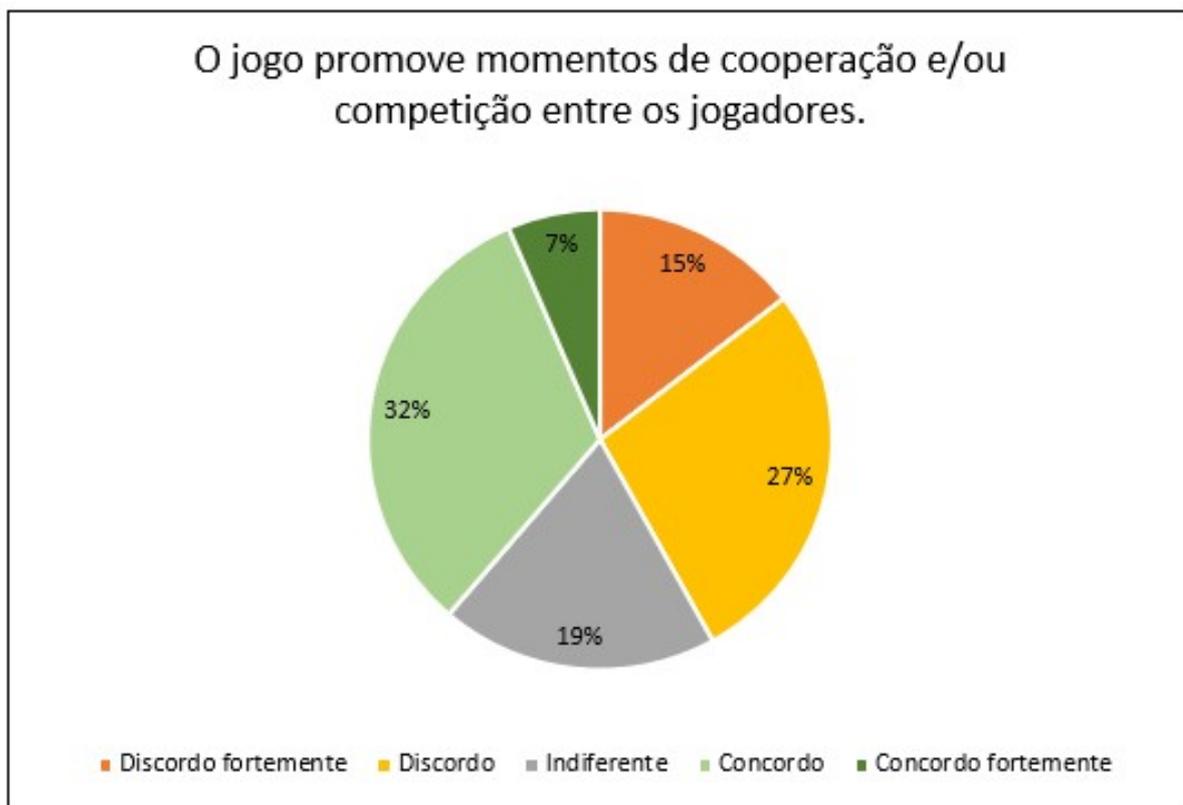
As Figuras 74, 75 e 76 ilustram as percepções do jogador no quesito de interação social.

Figura 74 – Gráfico sobre a interação com outras pessoas durante o jogo



Fonte: O autor.

**Figura 75 – Gráfico sobre a percepção de promoção de cooperação e/ou competição entre os jogadores**



Fonte: O autor.

Figura 76 – Gráfico sobre a percepção de bem-estar ao interagir com outras pessoas durante o jogo



Fonte: O autor.

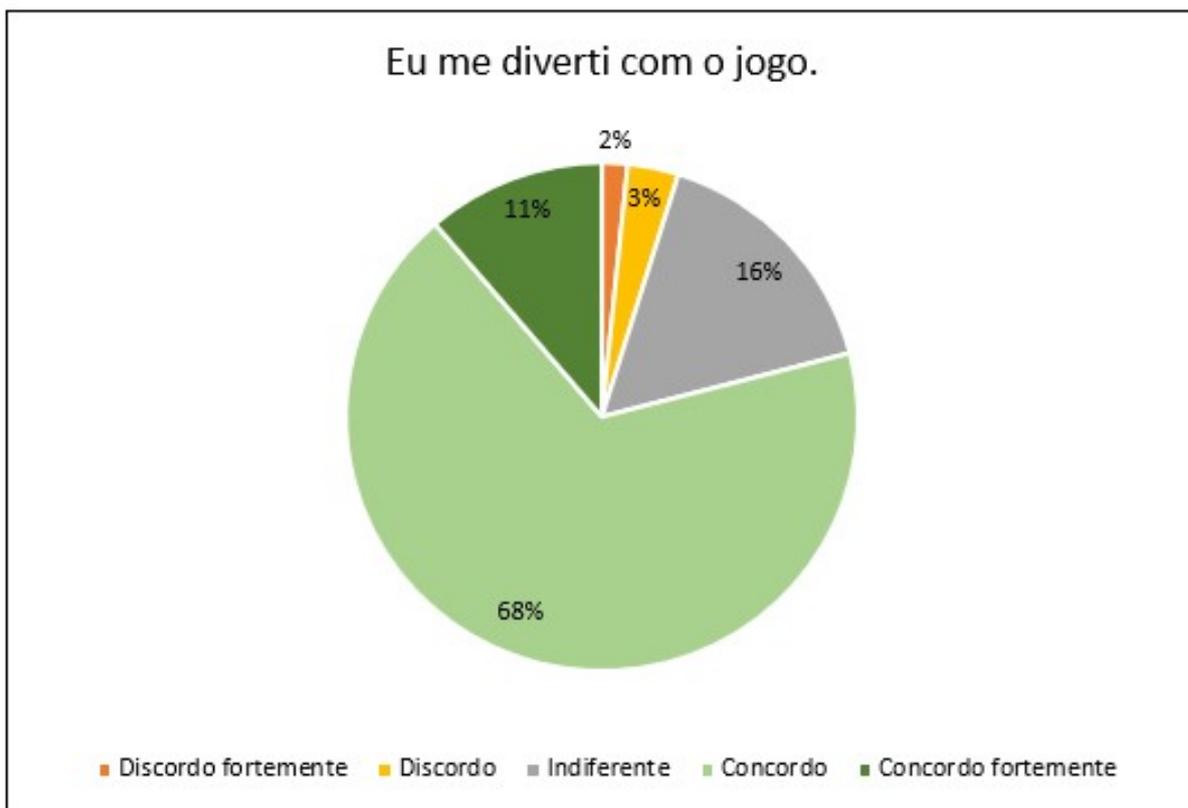
Em destaque para o fato do BORA CATÁ não ser um jogo *multiplayer* e mesmo desta forma atingir positivas de até 39% dos participantes alegando terem sido promovidos momentos de cooperação e/ou competição.

#### 6.3.2.5 DIVERSÃO

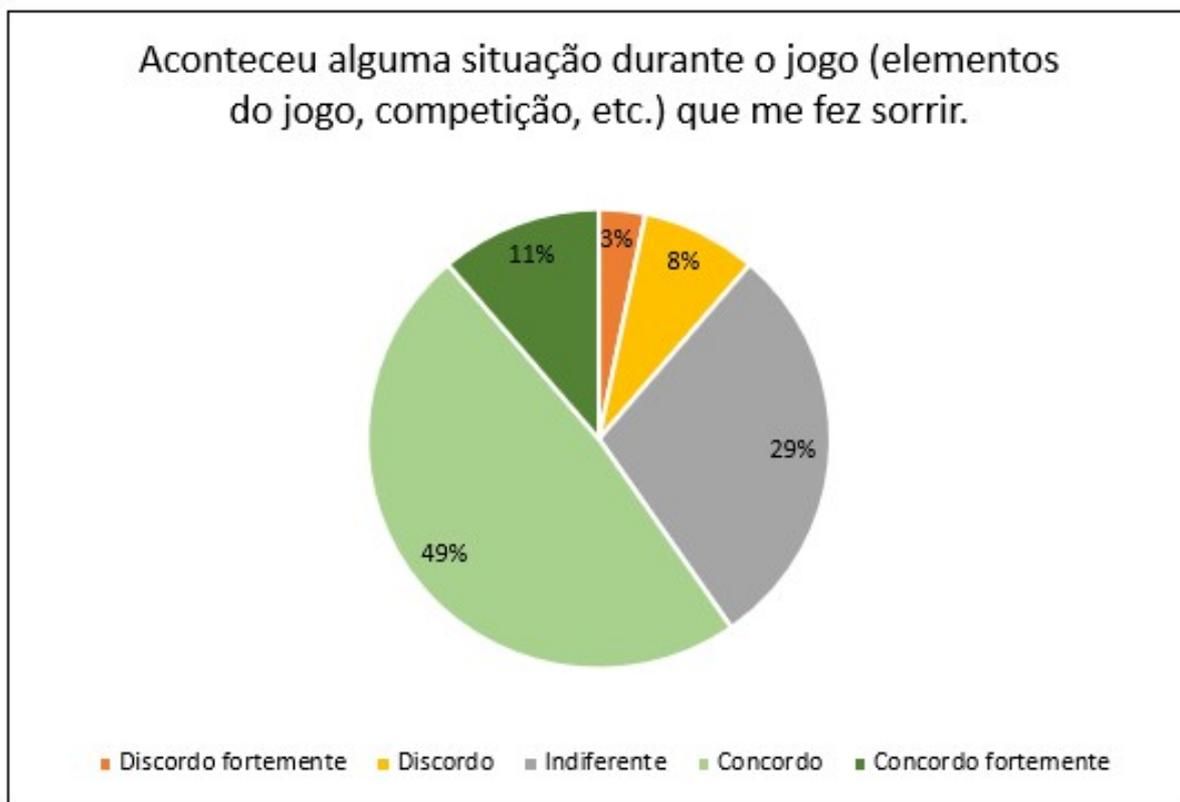
A diversão, como um dos principais pilares da experiência lúdica, ocupa uma posição central na motivação e engajamento dos jogadores. Em nossa investigação, as respostas coletadas dos participantes forneceram insights valiosos sobre como a diversão é percebida, vivenciada e articulada pelos jogadores. Uma experiência de jogo categorizada como divertida pode englobar uma variedade de fatores, desde mecânicas de jogo envolventes até narrativas cativantes ou desafios bem balanceados. Ao examinar os relatos dos jogadores, busca-se compreender as nuances de quais elementos do jogo são mais eficazes em proporcionar diversão e como isso se correlaciona com outros aspectos da experiência do jogador. Esse entendimento é crucial para desenvolvedores e pesquisadores que objetivam otimizar a qualidade e o apelo de seus produtos lúdicos.

As Figuras 77 e 78 ilustram as percepções do jogador no quesito de diversão percebidos durante a partida.

Figura 77 – Gráfico sobre a percepção de diversão do jogador ao jogar o BORA CATÁ



Fonte: O autor.

**Figura 78 – Gráfico sobre a percepção de momentos divertidos do jogador ao jogar o BORA CATÁ**

Fonte: O autor.

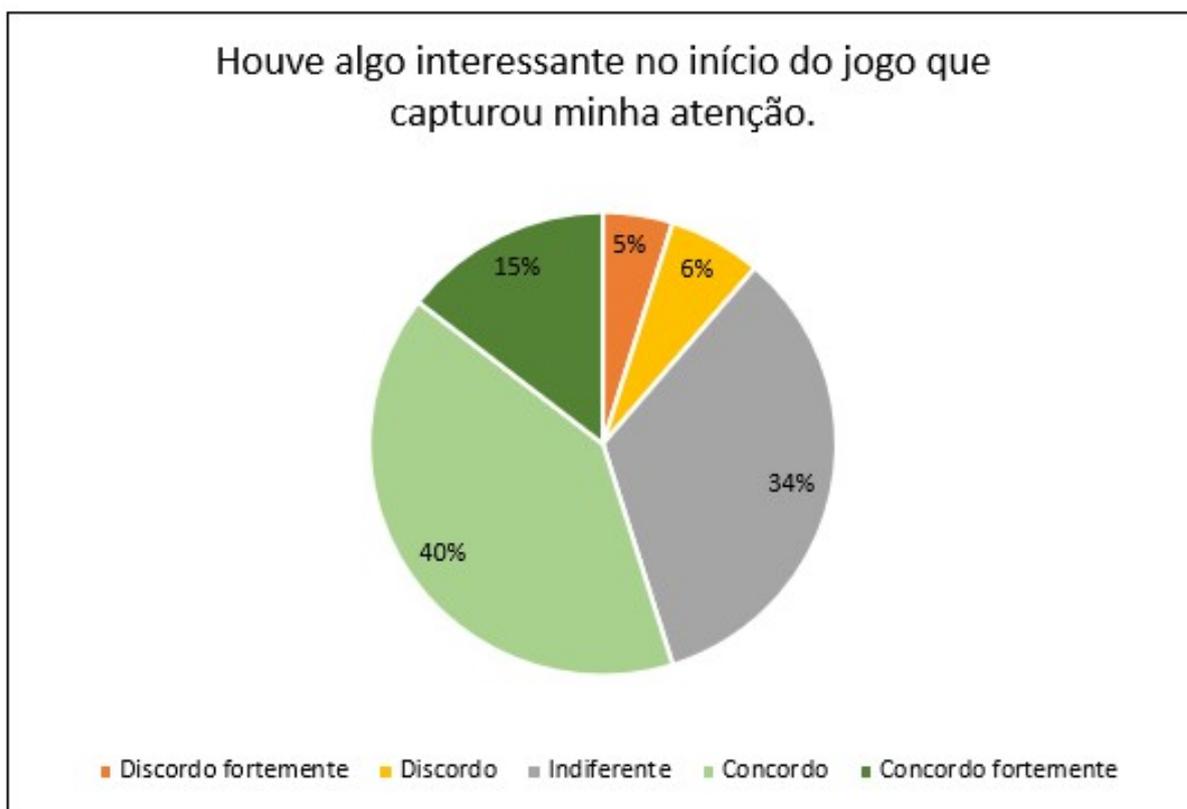
Em destaque para o dado de que 79% dos jogadores se divertiram de alguma forma jogando o BORA CATÁ e 60% do também total de jogadores em alguma situação durante a partida sorriu. O fato dele ser sido tido em maioria como divertido evidencia parte do atendimento a um dos objetivos propostos no sentido de avaliação de satisfação, que no caso, foi positiva.

#### 6.3.2.6 ATENÇÃO FOCADA

A atenção focada é uma dimensão crítica na experiência de jogo, atuando como um indicador da capacidade do jogo em manter o jogador imerso e engajado na atividade proposta. No contexto desta pesquisa, as respostas dos participantes revelaram percepções detalhadas sobre a magnitude com que o jogo capturou e manteve sua atenção. Uma atenção plenamente direcionada pode ser influenciada por diversos elementos, desde o design gráfico e sonoro até a complexidade e ritmo das tarefas apresentadas. Analisar os relatos dos jogadores sobre sua atenção focada fornece um panorama sobre os aspectos do jogo que são especialmente eficazes em prender a atenção, bem como áreas que podem necessitar de refinamento. Este entendimento torna-se fundamental para desenvolvedores e acadêmicos visando ampliar a eficácia de suas propostas lúdicas, assegurando que o jogador permaneça atento e investido na experiência oferecida.

As Figuras 79, 80 e 81 ilustram as percepções do jogador no quesito de atenção percebidos durante a partida.

**Figura 79 – Gráfico sobre a percepção de interesse no início do jogo capturando atenção do jogador**

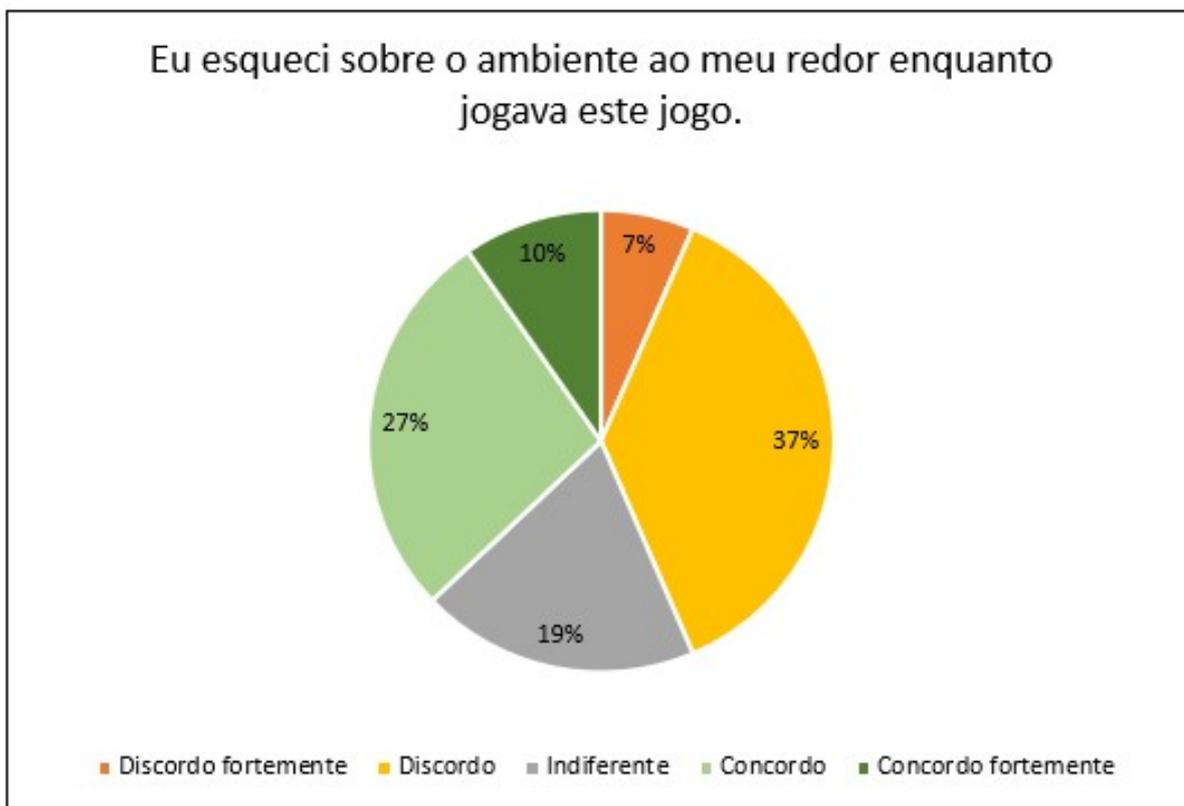


Fonte: O autor.

Figura 80 – Gráfico sobre a percepção de imersão do jogar ao jogar BORA CATÁ



Fonte: O autor.

**Figura 81 – Gráfico sobre a percepção de ambiente ao redor do jogador ao jogar BORA CATÁ**

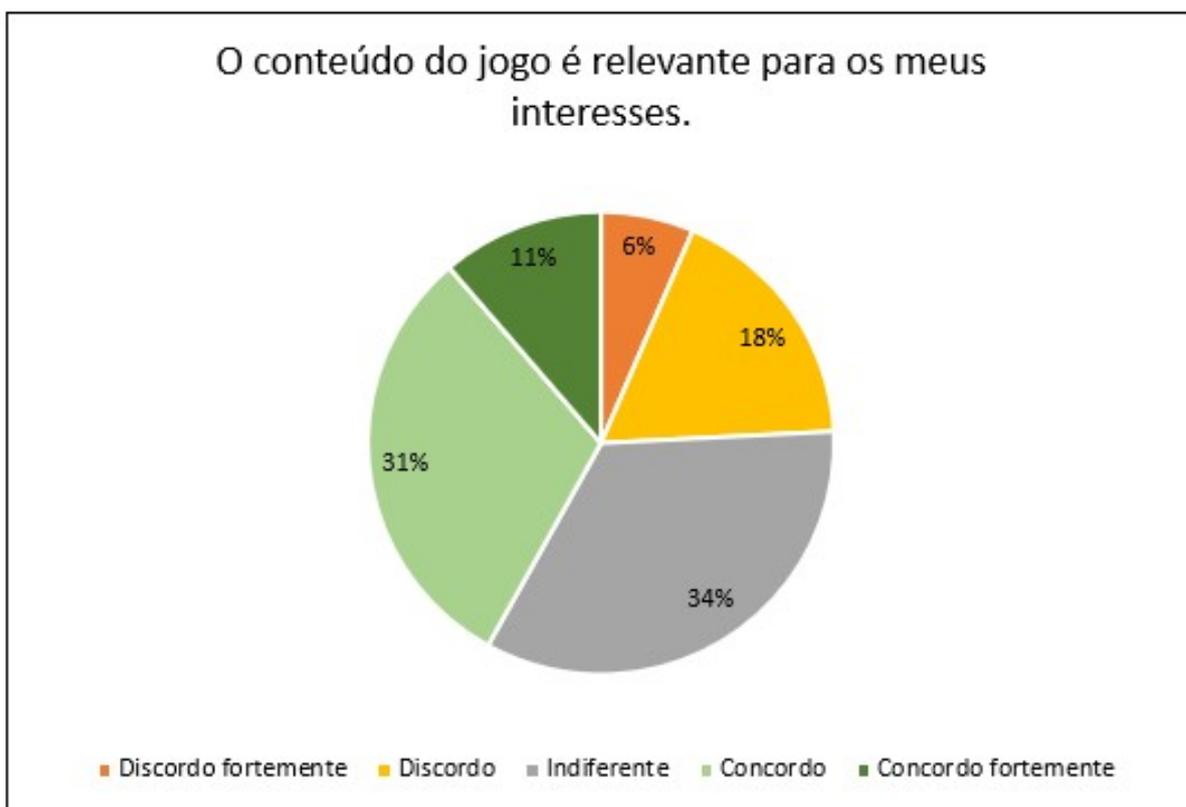
Fonte: O autor.

### 6.3.2.7 RELEVÂNCIA

A relevância de uma experiência de jogo é fundamental para garantir que o conteúdo e os desafios apresentados sejam percebidos como significativos e alinhados ao interesse ou necessidade do jogador. Dentro do escopo desta pesquisa, os feedbacks coletados dos respondentes proporcionaram insights valiosos sobre a pertinência do jogo em relação às expectativas e desejos dos participantes. A relevância, nesse contexto, não se refere apenas à adequação temática ou à familiaridade, mas também à capacidade do jogo de oferecer valor, seja por aprendizado, reflexão ou simples entretenimento. Compreender os relatos dos jogadores quanto à relevância é crucial para entender como a proposta lúdica é assimilada e se está atingindo seu propósito principal. Esta análise é vital tanto para desenvolvedores buscando aprimorar suas criações quanto para pesquisadores focados em entender os mecanismos subjacentes que determinam a eficácia e impacto de uma experiência de jogo.

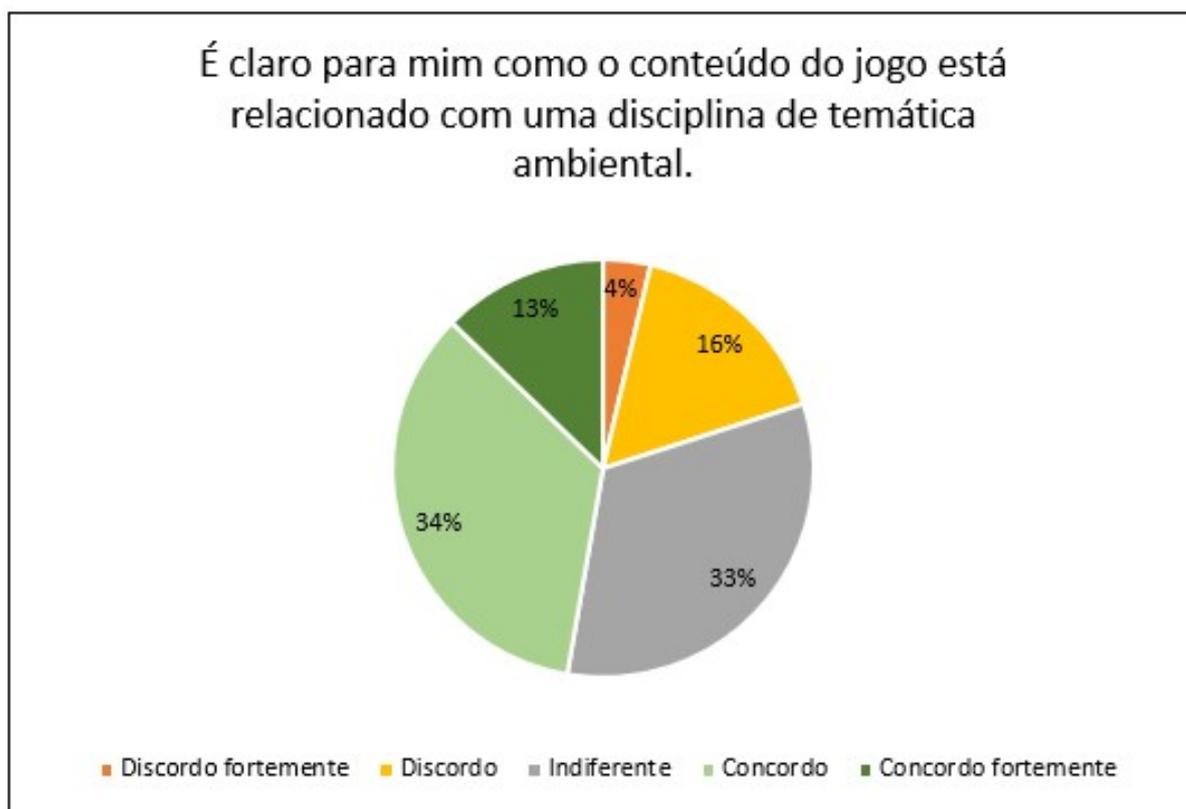
As Figuras 83, 84 e 85 ilustram as percepções do jogador no quesito de relevância percebidos durante a partida.

Figura 82 – Gráfico sobre a percepção de relevância para os interesses do jogador



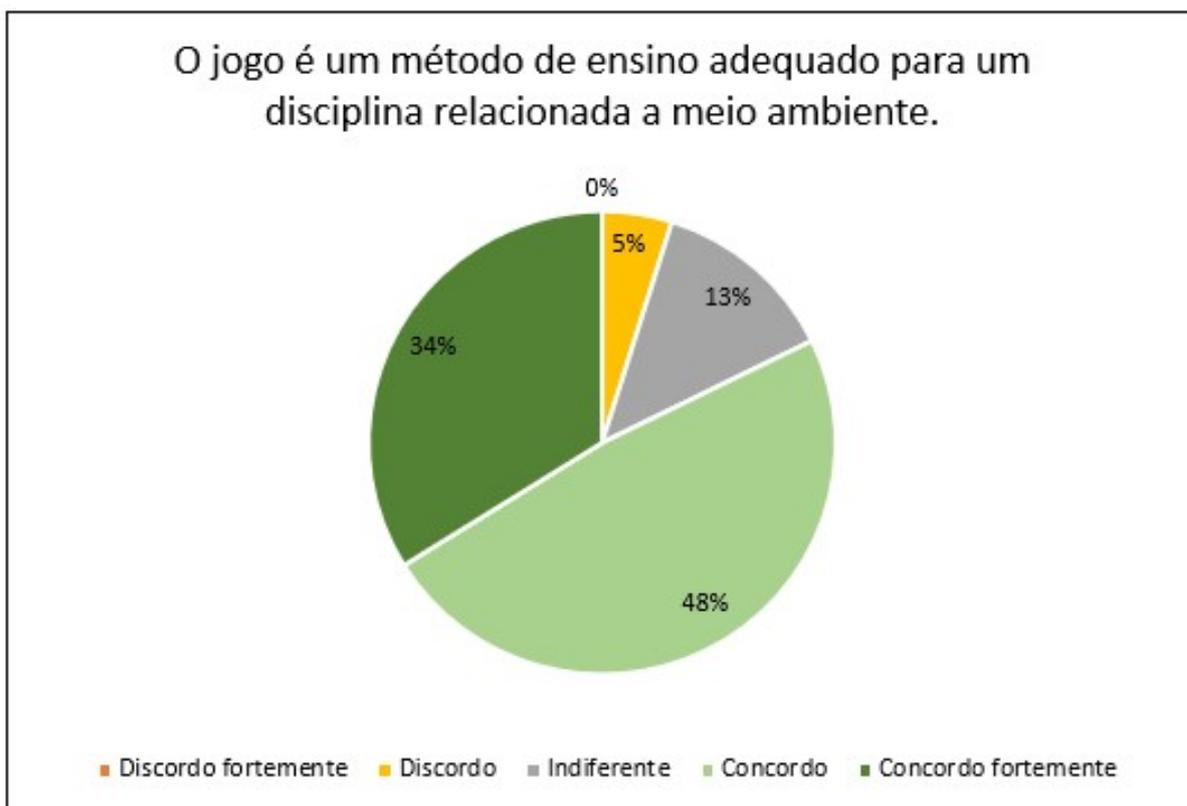
Fonte: O autor.

Figura 83 – Gráfico sobre a percepção de relação de entre uma disciplina de temática ambiental e o conteúdo do jogo



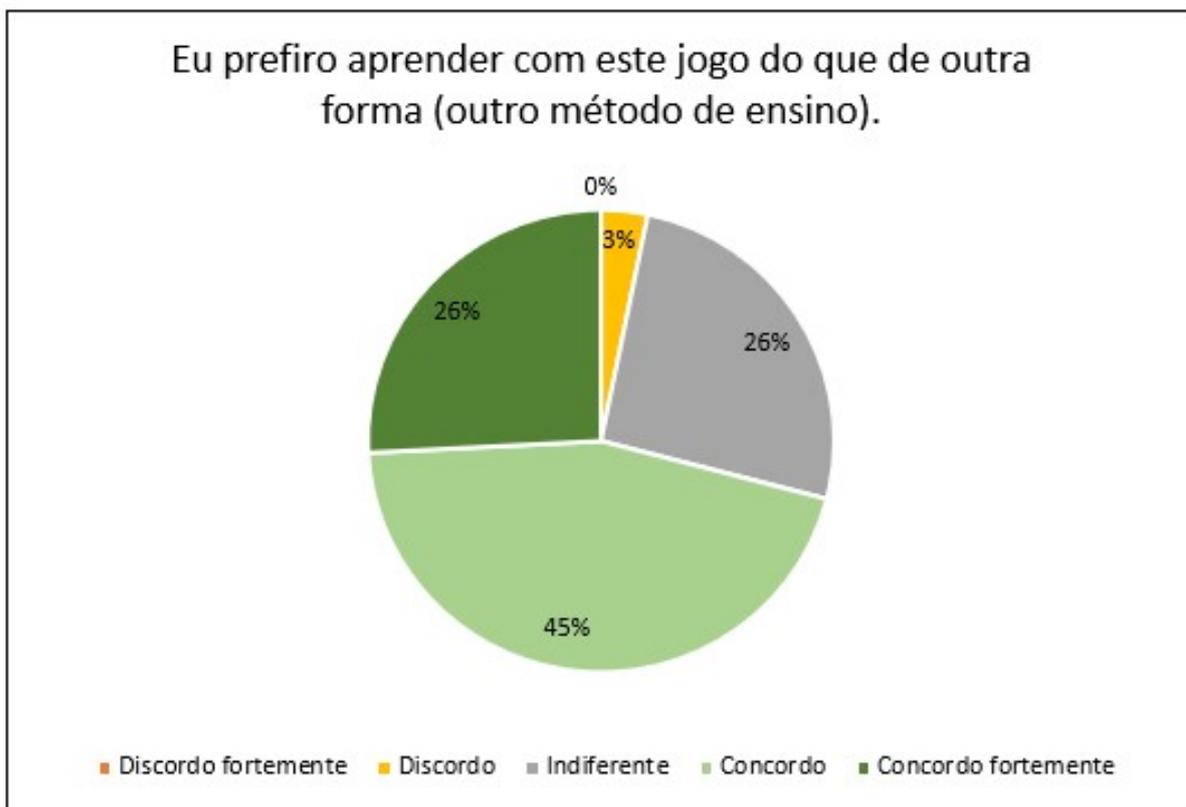
Fonte: O autor.

Figura 84 – Gráfico sobre a percepção de aprovação do método de ensino através de jogo



Fonte: O autor.

Figura 85 – Gráfico sobre a percepção de preferência em aprender com este jogo à outra forma de ensino



Fonte: O autor.

Nas figuras acima, podemos perceber que para 47% dos jogadores o conteúdo do jogo está relacionado a uma disciplina de temática ambiental. Do total de jogadores 42% concordam que o conteúdo do jogo é relevante para seus interesses pessoais mesmo que estejam a maioria deles entre 18 e 28 anos, evidenciando a relevância na vida adulta o conteúdo abordado pelo BORA CATÁ.

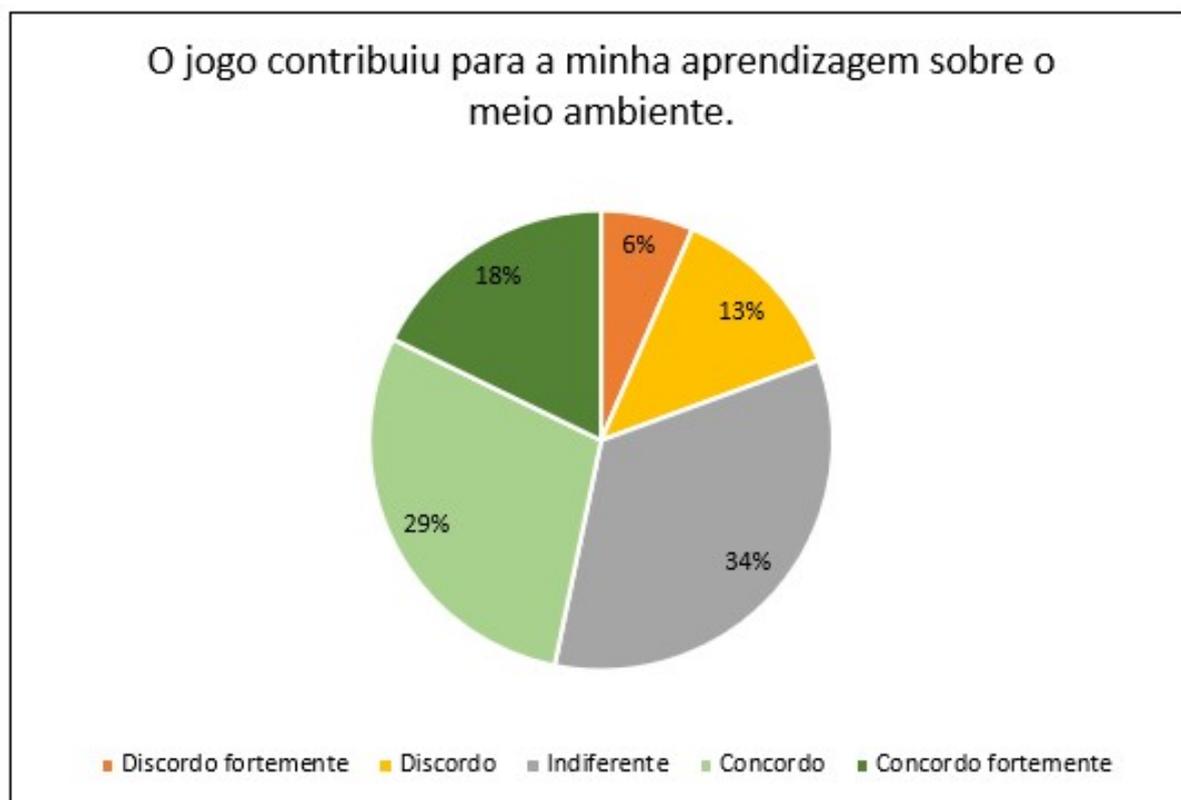
### 6.3.2.8 PERCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM

A percepção de aprendizagem em contextos de jogo é um domínio intrínseco de interesse na investigação do impacto dos jogos educativos e sérios. Os jogos, ao se posicionarem na intersecção entre entretenimento e educação, têm o potencial de oferecer experiências ricas que fomentam a assimilação de conteúdos de forma mais engajante. No âmbito desta pesquisa, os feedbacks dos respondentes foram analisados para capturar a essência de como os jogadores percebiam e avaliavam seu próprio processo de aprendizagem dentro do jogo. Tais relatos fornecem uma visão íntima sobre se, e como, o jogo conseguiu transcender o mero entretenimento, contribuindo efetivamente para um aprendizado significativo. Avaliar estas percepções é essencial para validar a eficácia pedagógica da ferramenta lúdica em questão e para fornecer insights sobre possíveis refinamentos ou

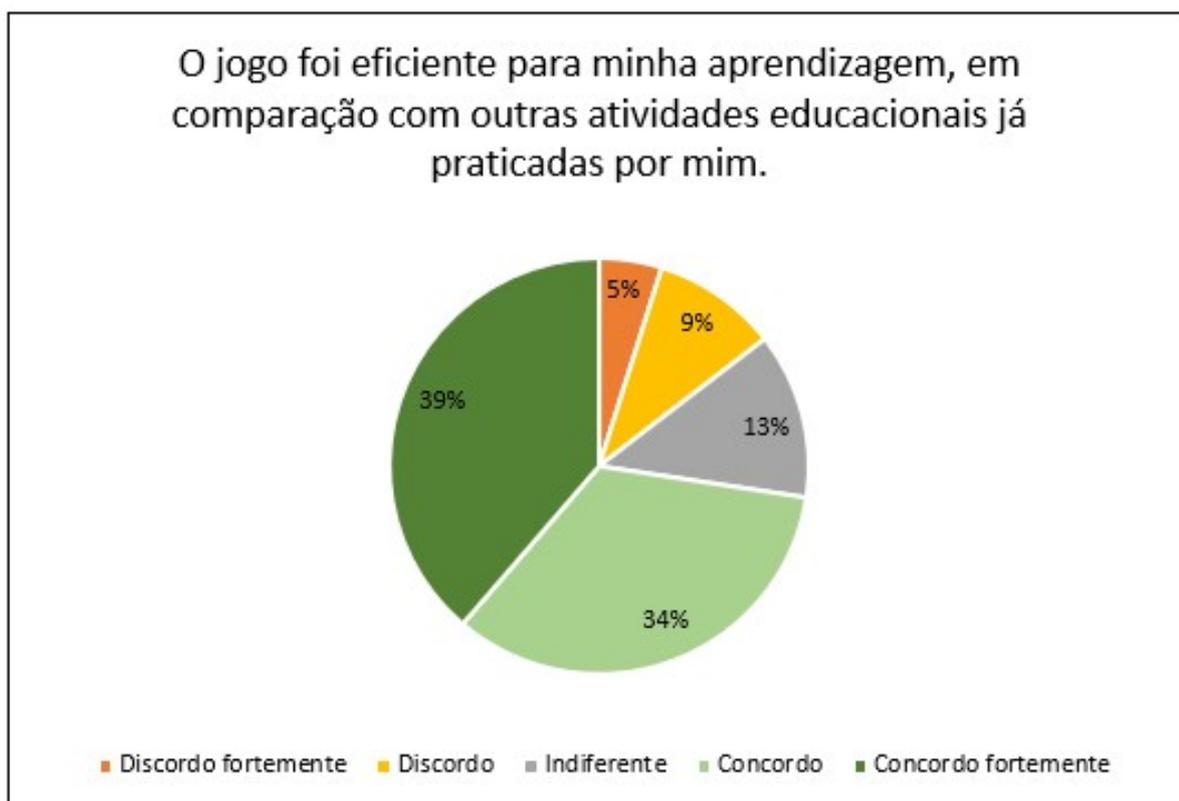
direções para futuros desenvolvimentos na área.

As Figuras 86, 87, 88 e 89 ilustram as percepções do jogador no quesito de aprendizagem percebidos durante a partida.

**Figura 86 – Gráfico sobre a percepção de contribuição feita pelo BORA CATÁ na aprendizagem sobre o meio ambiente**

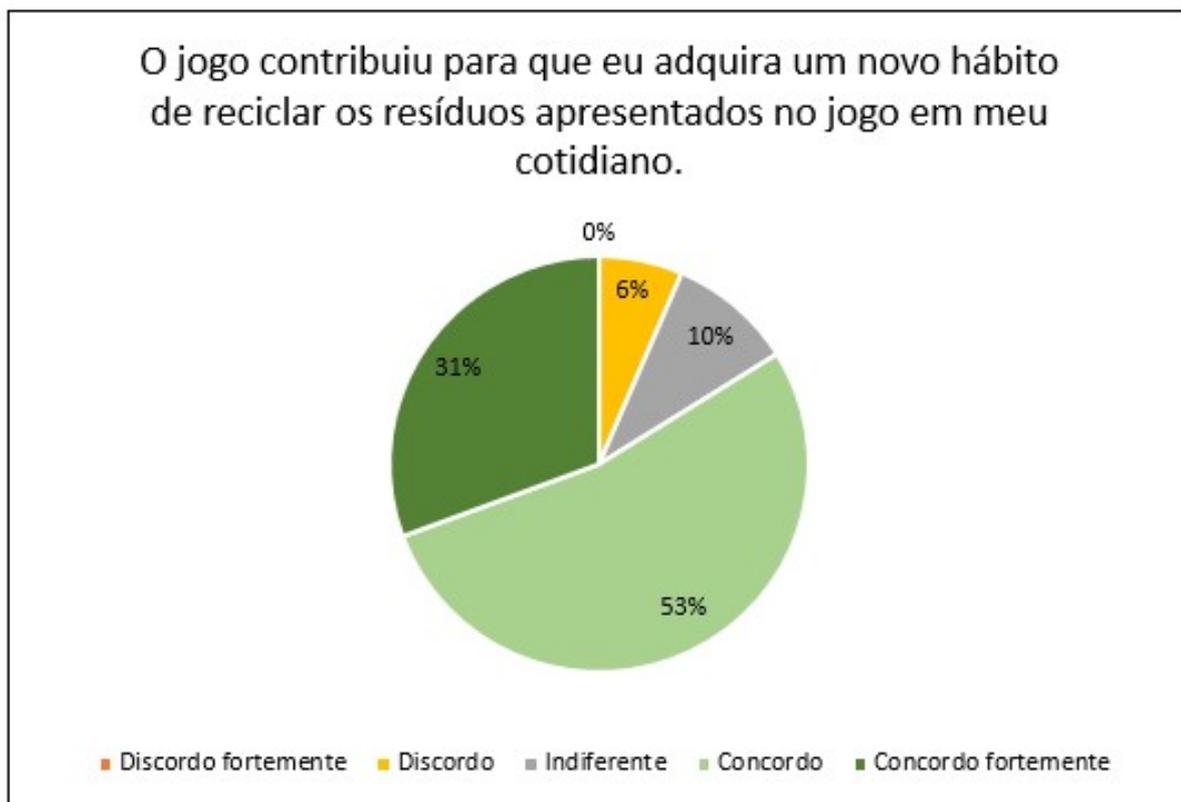


Fonte: O autor.

**Figura 87 – Gráfico sobre a percepção de eficiência na aprendizagem propiciada pelo BORA CATÁ**

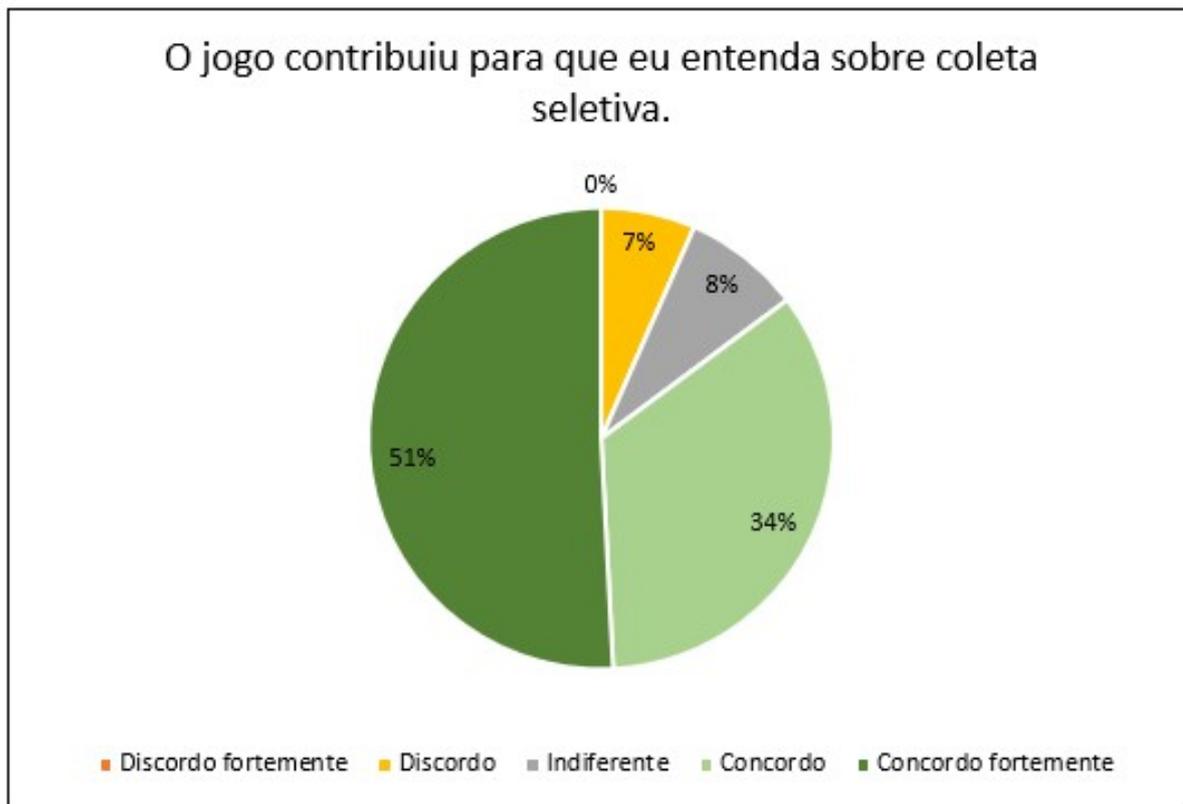
Fonte: O autor.

Figura 88 – Gráfico sobre a percepção de contribuição do BORA CATÁ na aquisição de novos hábitos



Fonte: O autor.

**Figura 89 – Gráfico sobre a percepção de aprendizado que o BORA CATÁ permitiu no entendimento dos jogadores sobre coleta seletiva**



Fonte: O autor.

Os resultados obtidos da experiência dos jogadores com o BORA CATÁ revelam importantes insights sobre o potencial pedagógico deste jogo. Significativos 47% dos jogadores reconheceram que o jogo influenciou positivamente o seu conhecimento sobre o meio ambiente, demonstrando que o BORA CATÁ atuou como uma ferramenta educativa efetiva neste contexto. Mais notável ainda, 73% dos participantes avaliaram o jogo como mais eficiente para aprendizagem quando comparado a outras atividades educacionais anteriormente experienciadas. Este dado sugere que o jogo não só conseguiu se destacar no panorama educativo geral, mas também ressoou com os jogadores de maneira mais impactante do que abordagens pedagógicas tradicionais.

Ainda, o aspecto comportamental foi um destaque nas respostas, visto que 84% dos jogadores afirmaram que o jogo influenciou-os a adotar um novo hábito em seus cotidianos: o de reciclar os resíduos conforme apresentados no jogo. Este é um testemunho poderoso do potencial transformador de jogos educativos, que vão além da transmissão de informações, culminando na mudança de comportamentos práticos.

Por fim, 85% dos jogadores expressaram que, por meio do BORA CATÁ, alcançaram uma compreensão clara sobre a coleta seletiva. Este dado corrobora com a eficácia do jogo em não apenas apresentar informações, mas garantir que estas sejam assimiladas e compreendidas pelos jogadores.

Em síntese, os feedbacks coletados demonstram o robusto impacto pedagógico do BORA CATÁ, não só como instrumento de aprendizado, mas também como agente de mudança comportamental. Estes resultados reforçam a relevância de investir em jogos como ferramentas educativas, dada sua capacidade de engajar, educar e influenciar positivamente os comportamentos dos jogadores.

## 6.4 ANÁLISE DAS QUESTÕES QUALITATIVAS

A evolução das pesquisas em jogos educativos não se limita apenas à quantificação de dados, mas também à compreensão das experiências individuais dos jogadores. Ao adentrar na análise qualitativa, procuramos decifrar os sentimentos, percepções e insights subjacentes que não podem ser capturados por métricas numéricas isoladas. Os feedbacks escritos, em particular, oferecem janelas valiosas para o universo intrínseco dos jogadores, revelando as nuances, as particularidades e as riquezas das suas interações com o jogo. Estes relatos espontâneos proporcionam uma compreensão holística dos impactos do BORA CATÁ na aprendizagem e no comportamento dos usuários. Assim, nesta seção, lançaremos um olhar sobre as respostas qualitativas dos participantes, visando desvendar os aspectos centrais e periféricos da experiência do jogador. Nesta seção também buscaremos identificar possíveis áreas de melhoria e consolidação para futuras implementações do jogo.

### 6.4.1 PONTOS FORTES

A avaliação da experiência de um jogador em um ambiente digital é multifacetada sendo expressa por meio de uma miríade de aspectos. Ao analisar o feedback de 62 jogadores que interagiram com o BORA CATÁ, uma série de pontos fortes emergem, destacando a profundidade e amplitude com que o jogo impacta seus usuários.

Primeiramente, um aspecto que ressoou fortemente foi o foco ecológico e educativo do jogo. Muitos jogadores valorizaram a temática da reciclagem, enaltecendo a abordagem lúdica e interativa de conscientização sobre a correta disposição de resíduos. Esta perspectiva educativa não só fornece informações valiosas, mas também integra essa aprendizagem no cotidiano dos jogadores de forma descomplicada.

Outro elemento frequentemente mencionado foi o design do jogo. A estética visual – as cores vivas, os gráficos, a animação e o estilo geral – foi aclamada por muitos como atraente e bem-executada. Estes componentes, com a jogabilidade fluida e controles intuitivos, tornam a experiência imersiva e acessível, independentemente do nível de familiaridade do jogador com jogos digitais.

A simplicidade e a intuitividade do jogo também foram pontos altos. Os controles simples, a possibilidade de correr usando a tecla SHIFT do teclado, e a facilidade em aprender a jogar foram aspectos que facilitaram a interação do usuário. Além disso, a

dinâmica desafiadora de jogar contra o tempo, bem como a natureza competitiva de tentar superar as pontuações dos amigos, adicionaram uma camada extra de envolvimento.

O fator *replay*, que indica o desejo do jogador de retornar ao jogo, foi mencionado, sugerindo que o BORA CATÁ não apenas educa, mas também mantém os jogadores engajados e incentivados a melhorar suas performances.

Por fim, mas não menos importante, vários jogadores expressaram apreço pela oportunidade de interagir com questões cotidianas através do jogo. Esta interação lúdica com temas reais, como a coleta seletiva, não só reforça a relevância do jogo, mas também demonstra seu potencial em desencadear mudanças comportamentais significativas fora do ambiente digital.

Em resumo, o BORA CATÁ ressoa em diversos níveis com seus jogadores, combinando educação, entretenimento, e responsabilidade ecológica em uma experiência de jogo enriquecedora.

#### 6.4.2 PONTOS FRACOS

Ao buscar constantes melhorias, é crucial considerar o feedback dos jogadores, uma vez que proporcionam uma visão direta sobre os elementos do jogo que podem ser otimizados. A análise dos pontos de melhoria sugeridos pelos 62 jogadores para o BORA CATÁ oferece insights valiosos sobre as áreas de potencial ajuste.

Um aspecto recorrente mencionado pelos jogadores refere-se aos gráficos do jogo. Embora algumas opiniões tenham sugerido uma melhoria nos gráficos ou uma abordagem mais realista, é importante destacar a proposta intencional do jogo de adotar um estilo *low poly*. Esta escolha de design visa garantir que o jogo seja leve e acessível, permitindo sua execução em uma ampla variedade de dispositivos sem comprometer o desempenho. Portanto, embora um estilo gráfico mais sofisticado possa ser esteticamente atraente para alguns, o objetivo primordial de “BORA CATÁ” é priorizar a acessibilidade e a jogabilidade ampla.

Outros feedbacks apontaram para questões específicas, como a inclusão de modos de acessibilidade. Por exemplo, a sugestão de um modo para daltônicos destaca a importância de considerar todas as facetas da diversidade de jogadores. Esta é, sem dúvida, uma área que merece atenção e poderia ser incorporada em atualizações futuras para tornar o jogo ainda mais inclusivo.

Algumas sugestões também focaram na experiência do usuário, como a possibilidade de pegar mais de um objeto por vez ou a introdução de um modo online de competição. Estas são áreas potenciais para inovação e poderiam adicionar uma dimensão extra à jogabilidade existente.

Em contraste com as sugestões de melhoria, é digno de nota que alguns jogadores não identificaram nenhum ponto fraco, indicando satisfação com a experiência atual do jogo.

Em suma, enquanto o BORA CATÁ foi amplamente apreciado por sua proposta educativa e jogabilidade, os feedbacks fornecem direcionamentos valiosos para futuras iterações. Mesmo com as sugestões de melhorias, o compromisso do jogo com a educação ambiental e sua proposta *low poly* permanecem como suas características distintivas e vantajosas.

#### 6.4.3 COMENTÁRIOS ADICIONAIS POR PARTE DOS JOGADORES

A análise das opiniões dos jogadores é fundamental para compreender não apenas as áreas de potencial melhoria, mas também para avaliar o impacto e a recepção geral do jogo. Através dos comentários espontâneos deixados pelos jogadores sobre BORA CATÁ, é possível discernir uma variedade de sentimentos e percepções.

Inicialmente, um número significativo de jogadores optou por não adicionar nenhum comentário adicional, o que pode ser interpretado de várias maneiras. Pode indicar satisfação com a experiência, sem necessidade de adicionar feedback adicional, ou pode refletir uma relutância em expressar opiniões de forma detalhada.

Entre os que comentaram, a natureza educativa e conscientizadora do jogo foi frequentemente reconhecida e apreciada. Há um consenso emergente sobre a adequação do jogo para ambientes educativos, com sugestões de disponibilizá-lo para escolas e um público jovem.

Vários comentários também trouxeram à tona o potencial do jogo para evoluir e expandir. Sugestões como a introdução de diferentes ambientes, a possibilidade de jogar em modo multiplayer e personalizações na perspectiva do jogador mostram um interesse em ver BORA CATÁ crescer em complexidade e em alcance. Além disso, o feedback que menciona não subestimar as habilidades das crianças sugere que o jogo poderia desafiar ainda mais seus jogadores.

Houve ainda comentários que teceram elogios específicos à jogabilidade, design e à temática do jogo, reforçando a ideia de que o BORA CATÁ conseguiu atingir seu propósito principal: educar de forma divertida e envolvente.

Um feedback particularmente detalhado ofereceu uma série de sugestões construtivas que, se implementadas, poderiam enriquecer ainda mais a experiência do jogador, desde a diversidade de fases até as consequências das ações do jogador no mundo do jogo.

Em resumo, os comentários espontâneos refletem uma recepção predominantemente positiva do BORA CATÁ. Eles ressaltam seu potencial educativo e conscientizador, enquanto indicam áreas para futuras inovações e melhorias. E, talvez o mais importante, reforçam a importância de ouvir a comunidade de jogadores para continuar aprimorando e adaptando o jogo às suas necessidades e desejos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise empreendida sobre o jogo BORA CATÁ permitiu uma compreensão acerca das experiências e percepções de sua base de jogadores. É inegável a relevância que o jogo detém no contexto pedagógico, destacando-se pela sua capacidade de promover a conscientização ambiental por meio de uma plataforma lúdica.

A abordagem do jogo, que combina elementos de entretenimento com um substrato educativo, serve como evidência da viabilidade de mesclar instrução e diversão em um ambiente digital. Os dados coletados indicam uma recepção majoritariamente favorável, sinalizando o potencial dos jogos enquanto ferramentas de transmissão de conhecimento e sensibilização sobre temáticas de grande magnitude social e ambiental.

No entanto, como em qualquer investigação acadêmica, é imperativo reconhecer áreas de potencial aprimoramento. As críticas e sugestões advindas da comunidade de jogadores oferecem diretrizes valiosas para futuras iterações ou expansões do jogo. A escolha gráfica *low poly*, embora alinhada com a intenção de proporcionar um jogo mais leve e acessível, demonstra a necessidade de uma clara comunicação das decisões de design aos usuários, assegurando uma congruência de expectativas.

Além disso, a implementação de características adicionais, tal como modos multi-player e elementos de personalização, pode enriquecer a experiência lúdica, potencializando o engajamento e diversificando a interação no jogo.

Em suma, o BORA CATÁ exemplifica o potencial pedagógico inerente aos jogos digitais. Este não se limita à função de entretenimento, mas emerge como uma ferramenta capaz de educar, mobilizar e catalisar mudanças comportamentais. Esta análise deve, portanto, orientar desenvolvedores e acadêmicos na contínua busca por experiências de jogo que sejam não apenas atraentes, mas também instrutivas e transformadoras.

### 7.1 RECAPITULAÇÃO DOS PRINCIPAIS PONTOS DISCUTIDOS NA DISSERTAÇÃO

Ao longo desta dissertação, exploramos profundamente o papel educativo e transformador dos jogos digitais, utilizando BORA CATÁ como um estudo de caso ilustrativo. Recapitulamos a seguir os principais pontos de destaque:

- 1) **Natureza Pedagógica dos Jogos:** Examina-se o potencial instrutivo inerente aos jogos, elucidando como a ludicidade e a gamificação podem transcender os métodos tradicionais de ensino e promover aprendizado eficaz e engajado.
- 2) **A Experiência do Jogador:** A análise aprofundada das experiências dos jogadores ao interagir com BORA CATÁ ressaltou sua capacidade de proporcionar diversão, atenção focada, relevância e, sobretudo, percepção de aprendizagem.

- 3) **Contribuição para o Aprendizado Ambiental:** Os dados evidenciaram que a maioria dos jogadores percebeu BORA CATÁ como uma ferramenta eficaz para aprender sobre questões ambientais, comparando favoravelmente o jogo com outras atividades educacionais.
- 4) **Mudança de Comportamento e Hábitos:** Uma das revelações mais significativas da pesquisa foi o potencial do jogo de incitar mudanças no comportamento cotidiano dos jogadores. Foi destacado que muitos jogadores adquiriram ou reforçaram hábitos relacionados à reciclagem e coleta seletiva após a interação com o jogo.
- 5) **Análise Qualitativa:** A partir das respostas dos jogadores, obteve-se *insights* valiosos sobre os pontos fortes do jogo e áreas de melhoria, particularmente em relação à estética gráfica e potenciais funcionalidades adicionais.
- 6) **Considerações Técnicas e de Design:** A escolha por gráficos *\*low poly\** foi abordada, defendendo sua importância para a acessibilidade do jogo. No entanto, os feedbacks também apontaram a necessidade de justificar e comunicar claramente as decisões de design aos jogadores.
- 7) **Perspectivas e Sugestões Futuras:** Com base nas opiniões dos jogadores, discutiram-se possibilidades para a expansão do jogo, como a incorporação de modos multi-player, personalizações e novos desafios e cenários.

Concluindo, a dissertação evidenciou não apenas o valor educativo dos jogos digitais, mas também seu potencial para incitar mudanças comportamentais significativas. O estudo de caso do BORA CATÁ serviu como um ponto de partida, sinalizando o caminho para futuras investigações e inovações no domínio dos jogos educativos.

## 7.2 RESPOSTA À QUESTÃO DE PESQUISA E CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

Ao término desta dissertação, após meticulosa análise e avaliação, buscamos responder à questão de pesquisa inicial e verificar o cumprimento dos objetivos traçados para o estudo.

### 7.2.1 QUESTÃO PRINCIPAL

“De que maneira o software educativo BORA CATÁ impacta a conscientização ambiental de adultos, e qual é a percepção desse grupo sobre sua eficácia?”

Com base nas análises, é evidente que o software BORA CATÁ possui um impacto significativo na conscientização ambiental dos adultos na faixa etária de 18 a 30 anos. A maior parte dos participantes manifestou um aumento na percepção da importância da coleta seletiva e gestão de resíduos após a interação com o jogo. Além disso, a percepção

desse grupo sobre a eficácia do jogo foi majoritariamente positiva, indicando que BORA CATÁ não só é uma ferramenta instrutiva, mas também engajante.

### 7.2.2 SUB-QUESTÕES

Qual é o impacto quantitativo e qualitativo do software educativo BORA CATÁ na conscientização ambiental e na adoção de práticas de coleta seletiva entre adultos?

A resposta é dupla: quantitativamente, observou-se uma elevada porcentagem de participantes que reconheceram o valor educativo do jogo e manifestaram intenções de adotar práticas de coleta seletiva. Qualitativamente, os feedbacks evidenciaram uma profundidade de engajamento e reflexão sobre o conteúdo apresentado no jogo.

Como o jogo BORA CATÁ é percebido por diferentes faixas etárias e quais elementos do jogo são mais eficazes para engajar tanto adultos quanto crianças na temática da coleta seletiva e gestão de resíduos?

O jogo foi majoritariamente bem recebido pelas diversas faixas etárias, contudo, sugestões de ajustes para torná-lo mais acessível a públicos mais jovens foram pontuadas. Elementos como a gamificação das tarefas de coleta seletiva e os cenários interativos mostraram-se eficazes em engajar os jogadores na temática.

Quais são as implicações de longo prazo do uso do software BORA CATÁ na formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente?

Embora seja desafiador prever implicações de longo prazo com base em uma única pesquisa, os dados coletados sugerem um potencial significativo de BORA CATÁ em instigar práticas sustentáveis contínuas, dada a conscientização adquirida pelos participantes.

### 7.2.3 CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

O objetivo principal de elaborar um jogo digital educativo que possa influenciar positivamente atitudes e comportamentos dos jogadores foi atingido com sucesso. Através da jogabilidade de BORA CATÁ, foi possível não apenas apresentar conceitos de coleta seletiva e gestão de resíduos, mas também engajar os jogadores nesses temas.

Quanto aos objetivos secundários, todos foram cumpridos:

- O jogo abordou diretamente a temática da coleta seletiva, através de seus conteúdos e mecânicas.
- Feedbacks claros sobre a compreensão das instruções e objetivos dentro do jogo foram coletados e analisados.
- Sugestões e melhorias propostas foram registradas, servindo como guias valiosos para futuras iterações do jogo.

- A satisfação e entretenimento dos jogadores foram avaliados, indicando altos níveis de engajamento.
- Foram coletados insights sobre os desafios e obstáculos mais comuns, ajudando a refinar a experiência do jogo.
- A interface foi avaliada como intuitiva, embora ajustes possam ser feitos para melhor atender diferentes faixas etárias.

Em síntese, BORA CATÁ não apenas cumpriu seus objetivos propostos, como também emergiu como uma ferramenta promissora no panorama da educação ambiental digital. Seus resultados sugerem um potencial real de influenciar ações sustentáveis, alinhando-se, assim, à missão de promover uma sociedade mais consciente e responsável.

### 7.3 DISCUSSÃO DAS CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A dissertação que explorou o impacto do software educativo BORA CATÁ na conscientização ambiental traz uma série de contribuições substanciais ao universo acadêmico e prático. Esta pesquisa se insere em uma área de crescente interesse, onde a tecnologia e a educação se encontram para promover a conscientização ambiental. Ainda que a interseção entre estes campos já esteja em ascensão, a especificidade da educação ambiental digital ainda é um terreno pouco explorado. Portanto, nosso estudo serve para consolidar e expandir o conhecimento nessa direção.

Nossa abordagem interdisciplinar, combinando aspectos da ciência da computação e pedagogia, oferece uma visão mais ampla e integrada dos desafios e potencialidades da educação ambiental digital. Este olhar holístico é vital no atual cenário acadêmico, enfatizando a necessidade de integração entre áreas de conhecimento distintas para abordagens mais completas.

Para além das considerações teóricas, as análises do software BORA CATÁ proporcionam insights práticos inestimáveis. Desenvolvedores, educadores e demais interessados na criação de ferramentas educativas digitais podem se beneficiar do feedback dos usuários e das sugestões apresentadas. Identificar os elementos que mais engajam os jogadores, por exemplo, é uma contribuição direta desta pesquisa para futuras iniciativas na área.

Um dos aspectos mais significativos da dissertação é evidenciar como a interação digital pode promover a conscientização ambiental e, mais importante, incentivar uma mudança de comportamento concreta. A potencialidade da gamificação, enquanto estratégia educacional, fica evidente ao observarmos a influência positiva que o jogo pode ter nas atitudes e comportamentos dos jogadores no cotidiano.

Além disso, o trabalho esclarece sobre a percepção e interação de diferentes faixas etárias com a ferramenta. Esta compreensão é crucial, visto que permite uma adaptação mais precisa das ferramentas educativas para atender às necessidades de públicos variados.

Concluindo, as contribuições desta dissertação transcendem o campo acadêmico com implicações tangíveis para educadores, desenvolvedores e a sociedade em geral. Este estudo, ao entrelaçar tecnologia, educação e sustentabilidade, indica um caminho frutífero para futuras pesquisas e ações em educação ambiental.

## Referências

- AGUIAR, E. R. de. **Uso de jogos educacionais no ensino transdisciplinar de temas ambientais**: estudo de caso com a plataforma scratch. 2022. 87 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede para Ensino das Ciências Ambientais) — Universidade Federal do Amazonas. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8901>.
- ALBORNOZ, S. G. Jogo e trabalho: do homo ludens, de Johann Huizinga, ao ócio criativo, de Domenico De Masi. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, scieloepsic, v. 12, p. 75 – 92, 06 2009. ISSN 1516-3717.
- ALVES, E. **Jogos Sérios para Ensino de Engenharia de Software**. 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação) — FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO.
- ARÓN, A. M.; MILICIC, N. Viver com os outros: programa de desenvolvimento de habilidades sociais. **Tradução de Jonas Pereira dos Santos. Campinas: Psy**, 1994.
- AZEVEDO, C. J. C. de. **Concepção e prática da população em relação ao lixo domiciliar na área central da cidade de Uruguaiana- RS**. 1996. 68 p. Monografia (Pós-graduação em Educação Ambiental) — PUC - RS.
- BACKLUND, P.; HENDRIX, M. Educational games - Are they worth the effort? A literature survey of the effectiveness of serious games. In: CONFERÊNCIA, 2013, Poole,. **2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)**. Poole,, 2013. ISBN 78-1-4799-0965-0.
- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. Goal, Question Metric Paradigm. **Encyclopedia of Software Engineering**, Wiley-Interscience, New York, p. 528 – 532, 1994.
- BATTISTELLA, P. E.; WANGENHEIM, C. G. von. Games for Teaching Computing in Higher Education – A Systematic Review. **IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)**, v. 1, n. 3, p. 8 – 30, March 2016.
- BATTISTELLA, P. E. *et al.* Design and Large-scale Evaluation of Educational Games for Teaching Sorting Algorithms. **Informatics in Education**, v. 2, p. 141 – 164, Feb 2017.
- BEECHAM, S. *et al.* Using an expert panel to validate a requirements process improvement model. **Journal of Systems and Software**, v. 76, n. 3, p. 251 – 275, June 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2004.06.004>.
- BITTENCOURT, I.; ISOTANI, S. Informática na Educação baseada em Evidências: Um Manifesto. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, p. 108 – 119, September 2018. ISSN 2317-6121. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.12>.
- BOYLE, E. A. *et al.* An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. **Computers & Education**, Elsevier, v. 96, p. 178 – 192, March 2016.
- BUDGEN, D. *et al.* Using mapping studies in Software Engineering. Evidence-based Software Engineering. **Lancaster University**, p. 195 – 204., 2008.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M. A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. **Computers & Education**, v. 87, n. 1, p. 396 – 422, September 2015. ISSN 1873-782X.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M.; O'CONNOR, R. V. A multivocal literature review on serious games for software process standards education. **Computer Standards & Interfaces**, Elsevier, v. 57, p. 36 – 48, March 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.11.003>.

CAMPOS, A. M. A. D. Teoria do Flow: construção de jogos para a aprendizagem da matemática. In: ANAL DE CONGRESSO, 1., 2021, Senhor do Bonfim - BA. **III Encontro de Ludicidade e Educação Matemática**. Senhor do Bonfim - BA, 2021. v. 3, n. 1, p. 1 – 15. ISSN 2675-536X.

CAREY, R. A. **Game Design Canvas**. 2015. Online. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/SeriousGamesAssoc/richard-a-carey-game-design-canvas>. Acesso em: 22 de julho de 2023.

CAULFIELD, C. *et al.* A systematic survey of games used for software engineering education. **Modern Applied Science**, v. 5, n. 6, p. 28 – 43, December 2011.

CETIC.BR. **Centro de estudos sobre as tecnologias da informação e da Comunicação**. 2012. Disponível em: <http://www.cetic.br/publicacoes/2012/tic-educacao-2012.pdf>. Acesso em: 23/08/2023.

CONNOLLY, T. M. *et al.* A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **COMPUTERS & EDUCATION**, v. 59, n. 2, p. 661 – 686, September 2012. ISSN 0360-1315.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297 – 334, September 1951. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02310555>.

CRUZ JÚNIOR, G. G. da; NASCIMENTO, R. L. S. do. Recicla Retrô: Um Game Multiplataforma para o Ensino da Reciclagem na Cidade do Recife. In: ANAL DE CONGRESSO, 2016, Recife, PE. **Ctrl+E 2016 Congresso Regional sobre Tecnologias na Educação**. Recife, PE: CEUR Workshop Proceedings, 2016. v. 1667, p. 539 – 545. ISSN 1613-0073.

DEVELLIS, R. F.; THORPE, C. T. **Scale Development: Theory and Applications**: Applied Social Research Methods. 5. ed. [S.l.]: SAGE Publications, 2021. 320 p. ISBN 1544379358, 9781544379357.

FINOCCHIO JÚNIOR, J. **Project model Canvas**. 1. ed. [S.l.]: Elsevier, 2013. v. 1. 232 p. ISBN 978-8535274561.

FU, F.; SU, R.; YU, S. EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 101 – 112, January 2009.

GOVERNO FEDERAL MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Rios + Limpos**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/programa-rios-limpos>. Acesso em: 09/08/2023.

HOFACKER, C.; RUYTER, K. de; LURIE, N. H. Gamification and Mobile Marketing Effectiveness. **Journal of Interactive Marketing**, v. 1, n. 34, p. 25 – 36, Maio 2016.

- KASUNIC, M. Designing an Effective Survey. **Software Engineering Institute**, Carnegie Mellon University, Pittsburgh:, Handbook, September 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1184/R1/6573062.v1>.
- KOSA, M. *et al.* Software Engineering Education and Games: A Systematic Literature Review. **Journal of Universal Computer Science**, Technische Universitaet Graz \* Institut fuer Informationssysteme und Computer Medien, v. 22, n. 12, p. 1558 – 1574, December 2016.
- LEMOS, J. C.; LIMA, S. do C.; ALVIM, N. M. C. Segregação de resíduos de serviços de saúde para reduzir os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Bioscience Journal**, v. 15, n. 2, p. 63 – 77, Dezembro 1999.
- LIMA, K. X. de *et al.* **Mr. Trash**. Dez/2021. 66 p. Monografia (Desenvolvimento de Sistemas) — CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA ETEC DA ZONA LESTE. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/10319>.
- MCGONIGAL, J. **A realidade em jogo**. [S.l.]: Editora Best Seller, 2017. 378 p. ISBN 854650038X, 9788546500383.
- MCGONIGAL, J. **Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World**. [S.l.]: Penguin, 2011. 416 p. ISBN 1101475498, 9781101475492.
- NEVES, A. **Design Thinking Canvas**. 2014. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~if683/material/?dir=&download=designthinkingcanvasV2.pdf>. Acesso em: 18 agosto de 2023.
- OLIVEIRA, A. J. V. de; ARAUJO, R. J. S. **Eco game: um jogo sério sobre educação ambiental**. 2019. 72 p. Monografia (Computação) — Universidade Federal Rural da Amazônia. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1295>.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4**. 2023a. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 09/08/2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2023b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 09/08/2023.
- OSTERWALDER, A. **The Business Model Ontology: A Proposition in a Design Science Approach**. 2004. 169 p. Tese (Curso de Ecole Des Hautes Etudes Commerciales) — Universite de Lausanne.
- PETRI, G. *et al.* Um Quiz Game para a Revisão de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. In: ANAIS DO XXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2016), 2016. **V Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2016. p. 320 – 329. ISSN 2316-6533. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.320>.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. A Large-Scale Evaluation of a Model for the Evaluation of Games for Teaching Software Engineering. In: ELETRICAL, I. . I. of; ENGINEERS, E. (ed.). **2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software engineering education and training track (icse-seet)**. Buenos Aires, Argentina, 2017. p. 180 – 189. ISBN 978-1-5386-2671-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET.2017.11>.

- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. MEEGA+: A Model for the Evaluation of Educational Games for Computing Education. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, Brazilian Journal of Computers in Education, v. 27, n. 3, p. 52 – 81, September 2019. ISSN 2317-6121. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/RBIE.2019.27.03.52>.
- PRELICZ-ZAWADZKA, A.; ZAWADZKI, L. **User Centered Design Canvas**. 2016. Online. Disponível em: <https://ucdc.therecangles.com/#intro>. Acesso em: 13 de julho de 2023.
- RIBEIRO, J. D. P. F. **Desenvolvimento de um jogo mobile para promover a preservação do boto na Região Amazônica**. 2019. 56 p. Monografia (BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/2371>.
- RIBEIRO NETO, B. de S. *et al.* Na Onda do Pitiú: Uma Abordagem de Educação Ambiental Gamificada no Contexto Amazônico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 32700 – 32712, dezembro 2019. ISSN 2525-8761.
- SANTANA, F. **Livro - Os 100 Melhores Jogos**. [S.l.]: Editora Europa, 2008. ISBN 978-85-86878-47-3.
- SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. **2011 25th brazilian symposium on software engineering**, p. 194 – 203, 2011.
- SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. 3. ed. [S.l.]: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. 610 p. ISBN 1138632090, 9781138632097.
- SILVA, I. C. S. D.; BITTENCOURT, J. R. Game thinking is not game design thinking! Uma proposta de metodologia para o projeto de jogos digitais. In: PROCEEDINGS OF THE XV SBGAMES, 2016. **XV SBGames**. [S.l.], 2016. p. 295 – 304.
- SILVA, M. M. P. da *et al.* Metodologia para caracterização de resíduos sólidos em escolas e condomínio: Uma contribuição para implantação de coleta seletiva. In: AMBIENTAL, A. I. de Ingeniería Sanitaria y (org.). **XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: gestión inteligente de los recursos naturales**. Cancún, 2002. p. 22 – 26.
- TAROUCO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P.; GRANDO, A. R. C. da S. Usando o Powerpoint para a construção de jogos educativos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, n. 2, nov. 2004.
- TAUCEI, B. B. **Endo-GDC - Desenvolvimento de um Game Design Canvas para Concepção de Jogos Educativos Endógenos**. 2019. 97 p. Dissertação (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação) — UFRJ/COPPE.
- TROCHIM, W. M. K.; DONNELLY, J. P. **The Research Methods Knowledge Base**. 3. ed. Ohio: Atomic Dog, 2008. 270 p.
- VARGAS, V. C. L. **Uma extensão do Design Thinking Canvas com foco em Modelos de Negócios para a Indústria de Games**. 2015. 81 p. Dissertação (Design) — UFPE.
- WOHLIN, C. *et al.* **Experimentation in Software Engineering**. New York: Springer, 2012. 260 p. ISBN 3642290434.

XEXÉO, G. *et al.* **O que são jogos**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2766.pdf>. Acesso em: 31/08/2023.

XEXÉO, G.; MANGELI, E.; KIRTZ, J. Building an Ontology of Boardgame Mechanics based on the BoardGameGeek Database and the MDA Framework. In: SBGAMES, S. . P. of (Ed.). **XVI Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**. Curitiba, 2017. p. 182 – 191. ISSN 2179-2259. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/ArtesDesignFull/175272.pdf>.

YIN, R. K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods**. 6. ed. [S.l.]: SAGE Publications, Inc, 2017. 352 p. ISBN 1506336167.