UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

RAFAEL EDUARDO FERRONATTO FONTANELLA

ANALISAR E JOGAR: UM ENTRELAÇAMENTO DE JOGOS E ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA A DISCUSSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS

Porto Alegre
2026

RAFAEL EDUARDO FERRONATTO FONTANELLA

ANALISAR E JOGAR: UM ENTRELAÇAMENTO DE JOGOS E ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA A DISCUSSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientadora: Profª Drª Cristina Cavalli Bertolucci

Linha de pesquisa: História, cultura, linguagens e movimentos formativos em Educação Matemática

Área de Concentração: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Porto Alegre
2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Márcia Cristina Bernardes Barbosa (Reitora)
Pedro de Almeida Costa (Vice-Reitor)

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
Vilmar Trevisan (Diretor)
Flávia Malta Branco (Vice-Diretora)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA
Maurício Rosa (Coordenador)
Débora da Silva Soares (Coordenadora Substituta)

CIP - Catalogação na Publicação

Fontanella, Rafael Eduardo Ferronatto
ANALISAR E JOGAR: UM ENTRELAÇAMENTO DE JOGOS E ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA A DISCUSSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS / Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella. -- 2026.
133 f.
Orientadora: Cristina Cavalli Bertolucci.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática e Estatística, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2026.

1. Jogos. 2. Análise de Modelos. 3. Questões Climáticas. 4. Socioecológico. 5. Educação Matemática. I. Bertolucci, Cristina Cavalli, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Instituto de Matemática e Estatística
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática

ANALISAR E JOGAR: UM ENTRELAÇAMENTO DE JOGOS E ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA A DISCUSSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS

Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella

Aprovado pela banca examinadora em 06 de maio de 2026.

Professora Doutora Cristina Cavalli Bertolucci (orientadora)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Professor Doutor Cristiano Alberto Muniz
Universidade de Brasília

Professor Doutor Marcelo de Carvalho Borba
Universidade Estadual Paulista (Rio Claro)

Professora Doutora Débora da Silva Soares
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Márcia, meu pai Valdecir e meu irmão Henrique, por tudo o que vocês já fizeram e continuam fazendo por mim todos os dias. Minha avó Maria (in memoriam) por ter despertado meu amor pela matemática por meio do simples. Meu avô Pedro (in memoriam) por ter sempre acreditado e torcido por mim. Meus avós Silfrena e Victor pelo amor e pelos momentos em família.

Júlia pelas conversas leves e trocas de desabafos sobre a experiência de ser mestrando(a). Por me lembrar que coisas boas podem surgir mesmo nesse período caótico. Emanuel por sempre saber como me ajudar, por trazer salgados quando vem me visitar, e por ser simplesmente awesome! Love you, dude (mixing portuguese and english porque é assim que conversamos ultimamente). Anna, pelo presente de aniversário que foi determinante no desenvolvimento desta pesquisa. Mas, principalmente, pelo presente maior que é a amizade. Juliana pelas risadas e trocas nessa jornada acadêmica. Lucas e Bryan pela força e união do nosso grupo. Minha jornada no mestrado foi muito melhor com vocês ao meu lado.

Todos os demais amigos que fazem os momentos valerem a pena.

Minha orientadora Cristina por enxergar potencial nas minhas ideias e por me orientar através dos misteriosos caminhos do ambiente acadêmico.

Membros da banca por todas as contribuições ao nosso trabalho. Professor Marcelo, por acreditar na humanidade e seguir plantando árvores enquanto muitos as derrubam. Professor Cristiano, por ampliar minha visão sobre o significado e as complexidades dos jogos, provocando reflexões e elevando ainda mais minha empolgação para jogar e estudar o jogo. Professora Débora, por acompanhar minha trajetória desde a graduação, sempre com disposição e carinho, me ensinando a aprender.

Greta, Chico, Ursula, Sebastião e Umavezildo pela disposição e empolgação com a participação nesta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo identificar de que forma o jogo *Pindorama: Em Chamas* pode proporcionar um olhar crítico com relação a questões ambientais e a emergência climática. Trata-se do estudo de um jogo de cartas, construído pelo pesquisador, desenvolvido a partir de uma aliança entre o jogo e modelos matemáticos, relacionados à emissão de gases de efeito estufa no Brasil e à temperatura média da superfície da Terra. A pergunta de pesquisa é: “De que forma a participação em um entrelaçamento de Jogos e Análise de Modelos pode contribuir para o desenvolvimento de uma consciência socioecológica?”. A relevância deste trabalho está ligada ao fato de que o jogar está presente na vida das pessoas desde cedo, podendo contribuir para diversos tipos de aprendizagens, enquanto o movimento de analisar modelos possibilita reflexões importantes sobre fenômenos do nosso cotidiano. A investigação baseia-se em referenciais das tendências de Jogos e Análise de Modelos, além de buscar sustentação teórica para questões ambientais e sustentabilidade. Foram realizados encontros com cinco participantes, que foram convidados a jogar, refletir e debater sobre o jogo. Os dados foram produzidos por meio de gravações de vídeo dos encontros, registros de áudio e textos escritos. A partir de uma análise qualitativa dos dados, são destacadas potencialidades do jogo na criação de cenários que incentivam o raciocínio lógico, o pensamento estratégico, a interpretação e a interação com modelos matemáticos, e debates sobre questões climáticas e o senso de coletividade. O estudo está organizado em três categorias de análise: (I) Assimilação da estrutura lógica e discussões sobre as regras do jogo; (II) Estratégias, pensamentos lógicos e os modelos; e (III) Debates sobre questões climáticas. Observa-se a potencialidade do jogo, oferecendo possibilidades para ser jogado em diferentes espaços educativos, oportunizando o debate de questões climáticas contemporâneas e meta reflexão sobre o jogar.

Palavras-chave: Jogos; Análise de Modelos; Questões Climáticas; Socioecológico; Educação Matemática.

ABSTRACT

This research aims to identify how the game *Pindorama: Em Chamas* can foster a critical perspective on environmental issues and the climate emergency. It is a study of a card game, created by the researcher, developed through a combination of game mechanics and mathematical models related to greenhouse gas emissions in Brazil and the Earth's average surface temperature. The research question is: "How can participation in an intertwining of games and model analysis contribute to the development of socio-ecological awareness?". The relevance of this work comes from the fact that playing games is present in people's lives from an early age and can contribute to various types of learning, while the process of analyzing models enables important reflections on phenomena in our daily lives. The research is grounded in trends in Games and Model Analysis, while also seeking theoretical support for Environmental Issues and Sustainability. Meetings were held with five participants, who were invited to play, reflect, and discuss the game. Data were collected through video recordings of the sessions, audio recordings, and written texts. Based on a qualitative analysis of the data, the study highlights the game's potential for creating scenarios that encourage logical reasoning, strategic thinking, interpretation, and interaction with mathematical models, as well as debates on climate issues and a sense of community. The study is organized into three categories of analysis: (I) Understanding the game's logical structure and discussing the rules; (II) Strategies, logical thinking, and models; and (III) Debates on climate issues. The game's potential is evident, as it can be played in various educational settings, providing opportunities to discuss contemporary climate issues and reflect on the act of playing.

Keywords: Games; Model Analysis; Climate Issues; Socio-ecological; Mathematics Education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 4
2 REVISÃO DE LITERATURA..... 10
2.1 Jogos e Modelagem Matemática..... 16
2.2 O jogo Catan..... 21
2.3 Educação Matemática e o Socioecológico..... 26
3 REFERENCIAL TEÓRICO..... 33
3.1 Jogos na Educação Matemática..... 33
3.2 Análise de Modelos..... 36
3.3 Questões Ambientais e Sustentabilidade..... 39
4 PINDORAMA: EM CHAMAS..... 45
4.1 Manual de Regras..... 49
4.1.1 Resumo do jogo..... 49
4.1.2 Preparação..... 50
4.1.3 Curso do jogo..... 50
4.1.4 Negociação..... 51
4.1.5 Construção..... 51
4.1.6 Produção..... 53
4.1.7 Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)..... 54
4.1.8 Definição das consequências..... 56
4.1.9 Temperatura média da superfície de Pindorama..... 58
4.1.10 Fim da partida..... 59
5 METODOLOGIA DE PESQUISA..... 60
5.1 Objetivo e pergunta de pesquisa..... 60
5.2 Abordagem Metodológica..... 60
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS..... 66
6.1 Assimilação da estrutura lógica e discussões sobre as regras do jogo. 68
6.2 Estratégias, pensamentos lógicos e os modelos..... 79
6.3 Debates sobre questões climáticas..... 96
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 107
REFERÊNCIAS..... 113
APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO..... 117
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS..... 121
APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS..... 125

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo no qual as pessoas, em geral, dedicam a maior parte do tempo de suas vidas para atividades consideradas produtivas, é comum que as ideias de brincar e jogar[1] sejam interpretadas simplesmente como formas de lazer, descanso e escapismo do trabalho na "realidade". Existe, enraizada em nós desde cedo, uma visão que separa o jogar da ação proveitosa, colocando esses movimentos em planos paralelos, de modo que não pareça comum criarmos interseções.

Esta perspectiva é refletida nas escolas, onde usualmente o tempo das crianças e adolescentes é designado especificamente em momentos para as tarefas produtivas nas salas de aula, e momentos para as brincadeiras e repouso, separados. Ocorre uma pausa nos estudos, e nesse período, os estudantes brincam e jogam para descansar. Embora esse aspecto seja também importante para o desenvolvimento das pessoas, limitar as potencialidades dos jogos e brincadeiras somente a isso não parece proveitoso. Em particular, com relação à aprendizagem matemática, observa-se essa dicotomia entre o trabalho e o jogo: a matemática é feita na sala de aula, por meio de algoritmos e exercícios, enquanto o jogo não é considerado um espaço para se aprender matemática (Muniz, 2023). Mas esta separação é mesmo razoável? Educação e diversão precisam andar em caminhos separados?

Perguntas como essas inquietaram meus[2] pensamentos enquanto estudante de Licenciatura em Matemática da UFRGS, reforçadas por um interesse particular por jogos que foi despertado em mim há aproximadamente vinte anos, quando eu ainda era uma criança e minha avó Maria me ensinou a jogar Escova[3]. Desde então, jogos dos mais variados estilos fazem parte do meu cotidiano e da formação da pessoa que sou hoje, ainda em desenvolvimento e ainda jogando. Além disso, pude vivenciar diversas experiências pedagógicas envolvendo jogos, como no período da graduação em que fui bolsista do Programa Laboratório de Matemática em Escolas

[1] Ao longo desta dissertação, nenhuma das menções à palavra "jogo" se referem a "bets", jogos de apostas e/ou jogos de azar. Os autores deste trabalho têm um posicionamento firmemente contrário a este tipo de "jogo" que prejudica a vida de muitas pessoas no Brasil e no mundo.

[2] Na introdução deste trabalho, é utilizada a primeira pessoa do singular, pois se trata de uma narrativa pessoal.

[3] Também conhecido como Escopa, é um jogo de cartas de origem italiana que tem como principal objetivo combinar cartas de modo a somar 15 pontos.

Públicas[4], no qual atuei, entre outras atividades, criando jogos e aplicando oficinas envolvendo esses jogos com estudantes. Também pude atuar em um projeto chamado “Brincatemática”, com crianças entre 6 e 8 anos de idade de uma escola comunitária, que tinha como objetivo explorar a matemática presente em jogos e brincadeiras.

Nesse sentido, refletir sobre o que os jogos podem nos ensinar atrai meu interesse como professor, e foi neste contexto que, no momento de criar meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da graduação, decidi iniciar uma pesquisa no tema de Jogos na Educação Matemática. Em Fontanella (2023), buscou-se investigar potencialidades na produção de noções matemáticas de estudantes propiciadas pela construção e utilização de *Pindorama*[5], um jogo criado em colaboração dos pesquisadores e estudantes que participaram da pesquisa, com base em *The Settlers of Catan*[6]. Esta criação se deu a partir de uma proposta de Modelagem Matemática, na qual os estudantes foram convidados a buscar informações sobre recursos produzidos em cada uma das cinco regiões do Brasil, como médias de produção e acontecimentos que podem influenciar essas produções, e inserir essas descobertas no novo jogo. Além disso, as regras e mecânicas do jogo propiciaram o desenvolvimento de conceitos de Probabilidade, como a visualização de espaços amostrais, a quantificação e comparação de probabilidades e a compreensão da aleatoriedade. Também se destacou o estímulo ao pensamento estratégico e o incentivo à cooperação entre os jogadores.

Outros pesquisadores também já demonstraram interesse em investigar a relação jogo/brincadeira e aprendizagem matemática. Com relação aos jogos de tabuleiro na Educação Matemática, Krohl *et al.* (2021) refletem sobre o potencial criativo desse recurso no ensino da matemática, argumentando que eles “são capazes de envolver os mais amplos aspectos, desde os físicos, afetivos, cognitivos e aqueles que estão ligados à moralidade” (Krohl *et al.*, 2021, p. 161). Além disso, os autores apresentam alguns exemplos de jogos que envolvem conceitos de probabilidade, e entre as opções citadas, destaca-se *Catan*. Segundo eles, “[...] o jogo pode ser usado para explorar muitos aspectos da matemática, seja em nível

[4] Disponível em: https://laboratoriomatufrgs.wixsite.com/labmatufrgs.
[5] Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/268172.
[6] Ao longo desta dissertação, o termo “Catan” será utilizado como sinônimo para o jogo originalmente chamado de *The Settlers of Catan*.

universitário ou básico de uma forma inovadora e divertida" (Krohl *et al.*, 2021, p. 172).

Ainda, no tema deste mesmo jogo, Chappin, Bijvoet e Oei (2017) destacam um potencial para o levantamento de reflexões e discussões sobre importantes temáticas sociais por meio do jogo. Em particular, os autores debatem sobre o modo como jogos de entretenimento podem contribuir para o ensino da sustentabilidade e do estudo sobre consequências ambientais, sociais e econômicas da produção do petróleo.

> Um jogo de entretenimento com conceitos de sustentabilidade integrados é Catan: Cenário das Fontes de Óleo. Nós mostramos que as características do jogo se encaixam no propósito de pesquisa deste artigo, pois conceitos chave de sustentabilidade são abordados e a popularidade do jogo apresenta potencial para um grande alcance (Chappin; Bijvoet; Oei, 2017, p. 558, tradução nossa[7]).

Também, destaca-se o papel importante exercido por jogos no desenvolvimento de habilidades das crianças. Kamii e DeVries(1991) apontam, por exemplo, a relevância da presença de jogos na infância tendo em vista questões como a compreensão e o debate de regras, a cooperação, as interações sociais e emocionais. Ainda, possibilitam a aprendizagem lúdica de conceitos matemáticos, o incentivo ao raciocínio lógico e a tomada de decisões.

Nessa linha, a partir do trabalho desenvolvido em meu TCC, que expandiu meu olhar para este mundo de pesquisas sobre jogos, pude perceber a relevância desses estudos para a educação, particularmente para o ensino de matemática. Essa percepção, aliada ao meu entusiasmo com jogos em geral, determinou minha intenção de, no período de mestrado, seguir pesquisando por este caminho.

Contudo, apesar da empolgação com a possibilidade de novas descobertas, o mundo e a realidade na qual todos nós estamos inseridos hoje também são geradores constantes de preocupações e de medos. Além dessa minha conexão particular com os jogos e do desejo de investigar suas potencialidades no ensino de matemática, há uma outra questão que me inquieta, e que se torna mais urgente a cada segundo que passa. O aquecimento global e as mudanças climáticas avançam sobre a humanidade, respondendo à forma como os humanos vêm se relacionando

---

[7] An entertainment game with sustainability concepts embedded is The Catan: Oil Springs Scenario. We show that the features of the game fit with the research purpose of this paper, because key sustainability concepts are covered and the popularity of the game shows a potentially large outreach.

com o planeta. Como destacado pelo jornalista David Wallace-Wells, em seu livro *A terra inabitável: uma história do futuro*, “é pior, muito pior do que você imagina. A lentidão da mudança climática é um conto de fadas, talvez tão pernicioso quanto aquele que afirma que ela não existe [...]” (Wallace-Wells, 2019, p. 11). O clima do planeta está mudando, e o sistema capitalista que determina o modo de vida da maioria da população mundial é o principal causador dessas alterações (Löwy, 2021; Angus, 2023; Saito, 2024). Isso indica a dimensão das mudanças que precisam ocorrer na nossa sociedade, e o tamanho do desafio que enfrentamos para evitar tragédias climáticas que estão ocorrendo com maior frequência.

Em 2024, ano no qual ingressei no curso de mestrado, o estado do Rio Grande do Sul passou por uma das maiores catástrofes de sua história: chuvas de significativa duração, intensidade e abrangência territorial, que resultaram em enchentes com terríveis impactos sociais e econômicos. A falta de preparo e de políticas de prevenção para este tipo de evento foram marcantes e precisam ser debatidas com urgência, indicando que o problema do clima do planeta não é apenas um tema para ser discutido em termos de mudança em escala global, pois essas questões já estão afetando a vida das pessoas em diversas locais espalhados pelo mundo. Estamos no momento em que cada cidadão precisa levantar sua voz e tratar deste tema, seja como puder.

Diante desta catástrofe vivenciada por mim e pelo povo gaúcho, bem como outras inúmeras tragédias climáticas que estão se tornando cada vez mais frequentes, tomo como um dos meus objetivos pessoais com esta dissertação abordar um tema que, em minha concepção, não pode mais ser ignorado. Reconheço que este trabalho não representará uma grande mudança capaz de reverter as mudanças climáticas, assim como tomar um banho curto não tem nenhum impacto enquanto grandes indústrias continuam consumindo muito mais água que qualquer pessoa. No entanto, por menor que seja a escala, eu assumo este como um ambiente no qual, como pesquisador em educação matemática, posso agir.

Ao considerar as possibilidades de pesquisas relevantes com a temática de jogos na educação, ao refletir sobre os resultados encontrados em Fontanella (2023) e ao tomar como preocupação as questões ambientais, percebo a existência de espaço para uma continuidade na linha da investigação iniciada com os jogos *Catan*

e *Pindorama*. Em particular, enxergo possibilidades de avançar em caminhos envolvendo questões climáticas e sustentabilidade, aliadas à Modelagem Matemática e Análise de Modelos que possibilitam discussões de questões relevantes na vida cotidiana por meio da matemática. A ideia, que se iniciou com TCC e foi encorpada enquanto eu cursava a disciplina de Modelagem na Educação Matemática como aluno especial do PPGEMAT da UFRGS, ganhou traços mais definitivos após o período de praticamente 2 meses de interrupção nas atividades universitárias devido às enchentes em 2024. Nesse ponto, após vários diálogos com minha orientadora, decidi criar um jogo que permitisse reflexões e discussões sobre sustentabilidade por meio de sua jogabilidade, aliada a modelos matemáticos.

A partir destas considerações, foi criado *Pindorama: Em Chamas*, um jogo de cartas que propõe aos jogadores a criação de civilizações por meio da produção e utilização de recursos. O cenário é uma terra fictícia chamada Pindorama, inspirada no Brasil, na qual é possível produzir recursos comuns da economia brasileira, como soja, carne bovina, ferro e combustíveis. Porém, esta produção pode gerar consequências ambientais através da emissão de gases de efeito estufa, e o jogo traz mecânicas envolvendo modelos matemáticos relacionados a essas questões. Sendo assim, os jogadores enfrentam os desafios de produzir, construir e obter pontos enquanto devem lidar com as consequências socioecológicas de suas escolhas (e dos adversários).

Assim sendo, o objetivo desta pesquisa de mestrado é investigar as possíveis contribuições de um entrelaçamento de Análise de Modelos e Jogos na Educação Matemática, com foco particular nas possibilidades do desenvolvimento de uma visão crítica sobre questões climáticas. A pergunta que norteia o estudo é “De que forma a participação em um entrelaçamento de Jogos e Análise de Modelos pode contribuir para o desenvolvimento de uma consciência socioecológica?”

Para alcançar os objetivos e responder a pergunta diretriz, foram realizados encontros nos quais os participantes do estudo foram convidados a jogar *Pindorama: Em Chamas*, jogo criado pelos autores da pesquisa, e discutir os temas envolvidos. A análise dos dados produzidos foi feita a partir de gravações dos encontros e de alguns registros enviados por mensagem pelos participantes.

Desse modo, este capítulo apresentou a motivação pessoal e acadêmica que fundamenta esta pesquisa, delimitando o problema de estudo, o objetivo geral e a

pergunta diretriz que guiam a investigação. Foram também descritos os caminhos metodológicos tomados, incluindo a criação do jogo *Pindorama: Em Chamas* e os procedimentos de produção e análise dos dados. Além disso, foi abordada a justificativa para esta pesquisa, articulando potencialidades dos jogos na Educação Matemática com a urgência das questões climáticas e ambientais que afetam diretamente a sociedade contemporânea, com destaque para a influência das catástrofes vivenciadas no Rio Grande do Sul em 2024 neste trabalho. No próximo capítulo, será desenvolvida a revisão de literatura, na qual buscou-se conhecer pesquisas com temática semelhante a esta e identificar possíveis lacunas, situando nosso estudo no âmbito da Educação Matemática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Araújo e Borba (2023, p. 45) caracterizam a revisão de literatura como um procedimento no qual “[...] o pesquisador situa seu trabalho no processo de produção de conhecimento da comunidade científica”, ressaltando que “[...] o exercício de encontrar lacunas em trabalhos realizados ajuda na ‘focalização da lente’ do pesquisador”. Considerando isso, a partir da temática de pesquisa definida, realizamos[8] buscas por outros estudos com temáticas semelhantes, procurando entender o panorama das investigações que estão acontecendo e de que forma a nossa pesquisa pode trazer contribuições no campo da Educação Matemática.

Buscamos, inicialmente, trabalhos que, de alguma forma, entrelaçam Jogos e Modelagem Matemática (MM). Para isso, utilizamos os descritores “Jogos” e “Modelagem Matemática” no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e como filtro, delimitamos o ano de criação dos periódicos entre 2015 e 2024. Desta busca encontramos trinta e cinco resultados no repositório. Em seguida partiu-se para a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos, escolhendo então três trabalhos que envolvem uma aproximação de jogos e MM em aulas de matemática, conforme o Quadro 1. Trabalhos que tratam de jogos de linguagem ou de gamificação não foram selecionados por se afastarem do escopo da nossa pesquisa, com exceção de uma dissertação que trata de gamificação com MM além de cenários para investigação, a qual consideramos interessante para análise.

[8] A partir deste ponto da escrita, utiliza-se a primeira pessoa do plural, pois vemos a pesquisa como uma ação cooperativa.

Quadro 1 - Registros da busca no portal da CAPES de trabalhos que tratam de Jogos e MM.

Plataforma de busca	Termo de busca	Ano de criação	Número de resultados	Critério de Seleção	Trabalhos selecionados
Portal de Periódicos da CAPES	Jogos AND “Modelagem Matemática”	2015 - 2024	35	Leitura dos títulos e resumos, seleção dos trabalhos que envolvem uma aproximação de jogos e MM em aulas de matemática	3

Fonte: elaboração própria.

Também, utilizamos os mesmos descritores, filtros e critérios de seleção para uma busca no repositório da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A partir deste movimento obtivemos cinquenta e quatro resultados, dos quais, a partir das leituras dos títulos e dos resumos, selecionamos três estudos para nossa análise, conforme registrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Registros da busca na BDTD de trabalhos que tratam de Jogos e MM

Plataforma de busca	Termo de busca	Ano de criação	Número de resultados	Critério de Seleção	Trabalhos selecionados
BDTD	Jogos AND “Modelagem Matemática”	2015 - 2024	54	Leitura dos títulos e resumos, seleção dos trabalhos que envolvem uma aproximação de jogos e MM em aulas de matemática	3

Fonte: elaboração própria.

Além disso, temos um interesse particular em estudos sobre o jogo *Catan*, por se tratar do jogo que serviu de inspiração para *Pindorama: Em Chamas*. Ao buscar apenas o termo “Catan” no Portal de Periódicos da CAPES, percebemos que a maioria dos resultados se trata de trabalhos estrangeiros. Ao utilizarmos os descritores “Catan” e “Jogos”, com a intenção de localizar apenas trabalhos que incluem a palavra “Catan” como referência ao jogo, obtivemos como resultado três produções nacionais, sendo apenas uma selecionada a partir da leitura dos resumos.

Dada a escassez na literatura nacional, e percebendo os resultados de trabalhos estrangeiros que encontramos no início da revisão, decidimos então ampliar nossa busca para trabalhos produzidos fora do Brasil, utilizando os descritores “Catan” e “Games”. Nessa nova busca, encontramos trinta trabalhos, e utilizamos como critério para seleção a leitura dos títulos e resumos, escolhendo trabalhos que tratam do jogo e apresentam alguma relação com educação. Deste movimento foram selecionados três artigos (além da produção nacional que já havia sido escolhida) para compor nossa revisão, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Registros da busca de trabalhos que tratam do jogo Catan.

Plataforma de busca	Termo de busca	Ano de criação	Número de resultados	Critério de Seleção	Trabalhos selecionados
Portal de Periódicos da CAPES	Catan AND games	2015 - 2025	30	Leitura dos títulos e resumos, seleção dos trabalhos que envolvem o jogo e estão relacionados com educação.	4

Fonte: elaboração própria.

Ainda, pelo fato de esta pesquisa buscar uma aproximação de jogos e modelos matemáticos com questões ambientais, torna-se importante uma revisão, também, de estudos que abordam temas de ecologia e sustentabilidade no âmbito da Educação Matemática. Para isso, optamos pela análise de trabalhos do 27º ICMI Study.

A ICMI[9] (International Commission on Mathematical Instruction) é uma organização mundial dedicada à pesquisa e ao desenvolvimento no campo do ensino da matemática em todos os níveis. Esta organização promove os Estudos ICMI (ICMI Studies), que constituem conjuntos de atividades que contribuem para a compreensão e resolução dos desafios enfrentados pela pesquisa na Educação Matemática. Cada ICMI Study se concentra em um tema ou questão de interesse atual no ensino da matemática. Realiza-se uma conferência internacional visando a elaboração de um volume publicado com o objetivo de promover e apoiar a discussão e a ação em nível internacional, regional ou institucional. O 27º ICMI Study, iniciado em 2023 e cuja conferência foi realizada em 2025 em Manila, Filipinas, discute Educação Matemática e o Sócio Ecológico[10].

Os trabalhos publicados no 27º ICMI Study são atuais e de grande relevância na pauta de questões socioambientais e Educação Matemática. Além de

[9] Informações disponíveis em: https://www.mathunion.org/icmi.
[10] Informações disponíveis em: https://www.mathunion.org/icmi/icmi-studies/ongoing-icmi-studies.

importantes textos teóricos, nos quais são debatidas ideias que sustentam novas perspectivas sobre a importância do tema no ensino de matemática, também há artigos que apresentam práticas que estão sendo desenvolvidas em diversos países. Nesse sentido, realizamos a leitura dos títulos e resumos dos artigos, e selecionamos para a revisão quatro trabalhos que abordam os temas ambientais e que também conversam com a Modelagem Matemática, tendência relevante no nosso estudo.

O quadro a seguir registra todos os trabalhos que foram selecionados para nossa revisão de literatura, incluindo tanto aqueles buscados em repositórios quanto os selecionados do ICMI Study. As análises e discussões são apresentadas nas seções seguintes.

Quadro 4 - Pesquisas selecionadas para a revisão de literatura.

Autores	Fonte da pesquisa	Título	Ano de publicação
Márcia R. Kaminski; Clodis Boscarioli	Revista Thema. Volume 15, n. 4	Criação de jogos digitais na perspectiva de introdução à Modelagem Matemática nos anos iniciais	2018
Gabriel S. Pinheiro	Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática.	Ensino De Probabilidade: Um Jogo E As Contribuições Dos Registros Das Partidas	2019
Bernarda S. de Menezes	Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática.	Game Para Smartphones E Ambientes De Aprendizagem	2019
Rodrigo Dalla Vecchia; Marcus V. Maltempi	Bolema. Volume 33, n. 64	O Problema na Modelagem Matemática: determinação e transformação	2019
Gisélia M. dos Santos	Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós Graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais	Modelagem Matemática Como Método Para Contextualização De Problemas No Ambiente Dos Jogos Educacionais Digitais	2020

Autores	Fonte da pesquisa	Título	Ano de publicação
Jacqueline N. de Souza; Jaylson Teixeira; Zulma E. F. Madruga	Ensino & Multidisciplinaridade. Volume. 9, n. 1	Jogo de tabuleiro Reino das Funções como alternativa para o ensino e aprendizagem de Matemática	2023
Emile J.L. Chappin; Xanna Bijvoet; Alexander Oei	Journal of Cleaner Production. Volume 156.	Teaching sustainability to a broad audience through an entertainment game - The effect of Catan: Oil Springs	2017
Sam Illingworth; Paul Wake	Journal of Science Communication. Volume 18, Issue 04.	Developing science tabletop games: Catan and global warming	2019
Diego R. Krohl; Bruno H. P. Potrikus; Kennedy F. Araújo; Lucas De Oliveira; Taynara C. Dutra	Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica. Volume 11, n. 01	Aprendizagem Baseada Em Jogos: Reflexões Sobre O Uso De Jogos De Tabuleiro Durante Período De Isolamento Social Na Educação Matemática	2021
Amy E. Thompson	Cambridge University Press. Volume 12, Issue 2.	Settlement Selection and Inequality in Video Games through an Anthropological Lens	2024
Rita Borromeo Ferri	Proceedings Of The 27th ICMI Study Conference	Mathematical Modelling as a Key Practise for promoting learners' competencies targeting the transformation of Global Sustainability	2025
Adriana N. Magallanes; Cristina B. Esteley	Proceedings Of The 27th ICMI Study Conference	Contributions for a Socio-Ecological perspective within the framework of a Critical Stochastic Modeling Scenario	2025

Autores	Fonte da pesquisa	Título	Ano de publicação
Abolfazl Rafiepour	Proceedings Of The 27th ICMI Study Conference	Water resources and water management: a social-political-cultural challenge which Mathematical Modelling approach have potential to address	2025
Marcelo de Carvalho Borba; Fernanda Martins da Silva; Aldo Peres Campos e Lopes	Proceedings Of The 27th ICMI Study Conference	Video festival, mathematical education, and socio-ecology	2025

Fonte: elaboração própria.

Ressaltamos que, ao realizar buscas por trabalhos que abordassem, concomitantemente, todos os temas citados anteriormente, não foram encontrados resultados. Sendo assim, optamos pelas buscas separadas. Nas próximas três subseções, apresentamos as nossas considerações sobre os trabalhos selecionados e analisados.

2.1 Jogos e Modelagem Matemática

Iniciamos a revisão pelos trabalhos que envolvem, concomitantemente, jogos e modelagem. Nessa linha, Souza, Teixeira e Madruga (2023) descrevem a realização de uma pesquisa que teve como objetivo a análise da construção e validação de um jogo elaborado com princípios da Modelagem Matemática (MM). Para isso, os autores criaram o jogo Reino das Funções a partir dos métodos MM e Quest 4x3 que, conforme argumentam, relacionam-se entre si, pois os processos perpassam por etapas semelhantes (Souza; Teixeira; Madruga, 2023). Após a construção do jogo, foi realizado um encontro para validação, do qual vinte e cinco estudantes de graduação e dois professores supervisores participaram, sendo convidados a jogar e responder a um questionário na sequência.

Na análise dos dados, os autores identificaram algumas potencialidades e limitações do jogo criado. Entre as potencialidades, destacaram a interatividade, o incentivo ao raciocínio lógico e o aspecto competitivo. Já entre as limitações,

apontaram a presença do fator sorte no jogo, o que nós não vemos, necessariamente, como uma limitação, já que também há conceitos matemáticos envolvidos na aleatoriedade.

Em particular, o aspecto que nos chamou atenção nesta investigação, foi o fato de os autores considerarem o jogo como um modelo matemático, uma ideia que não é necessariamente óbvia. Identificamos, nesse sentido, a possibilidade de investigação desses possíveis entrelaçamentos entre jogos e modelos matemáticos, entretanto consideramos importante a reflexão e argumentação sobre o que são modelos matemáticos, qual o seu papel na sociedade e de que forma o jogo se mostra como um possível ator nesse cenário. Quais seriam as implicações de considerarmos um jogo como modelo matemático?

Outra pesquisa que envolve uma conexão jogos-modelagem é apresentada na dissertação de mestrado de Pinheiro (2019). Tendo como objetivo investigar as contribuições das análises de registros criados por estudantes durante uma prática envolvendo um jogo, criado pelo autor da dissertação, são discutidas, nesta pesquisa, questões sobre o ensino de probabilidade, a pedagogia da pergunta e o desenvolvimento da criticidade. Contudo, o aspecto de destaque neste estudo, e que dialoga com a nossa pesquisa, é a interpretação do autor sobre a criação de modelos identificada em sua prática.

Durante a análise dos dados construídos, Pinheiro (2019, p. 83) questiona se “os registros feitos pelos colegas são, de fato, modelos?”, referindo-se aos registros de jogadas e estratégias criados pelos estudantes durante a prática com o jogo. Com base em uma definição ampla, que diz que modelo é aquilo que serve de exemplo, que pode ser replicado, o autor considera que os registros são, de fato, modelos. Entretanto, indo mais além, ao tomar como base definições de autores que tratam especificamente de modelos matemáticos, surge um novo questionamento: “O processo de modelagem matemática pode assumir a construção de um modelo não matemático, indagá-lo e investigá-lo por meio da Matemática?” (Pinheiro, 2019, p. 84). Ao refletir sobre esta pergunta, o autor percebe a possibilidade de assumir um novo tipo de modelo, o qual ele denominou Modelo de Descrição, que não necessariamente apresenta uma linguagem/simbologia matemática. Desse modo, em sua pesquisa, os registros são interpretados como “*Modelo de Descrição*: sendo

um exemplar escrito ou verbal da descrição das decisões dos alunos referentes a uma partida de um jogo" (Pinheiro, 2019, p. 85).

Esta reflexão sobre modelos e as suas possíveis caracterizações em atividades de MM ressalta as sutilezas que permeiam essa tendência e a importância de lançarmos olhares para o papel que os modelos desempenham nas diferentes atividades com MM. Além disso, a determinação de um tipo de modelo específico para a análise de ações em jogos é relevante para futuras pesquisas com esta temática.

Ainda na linha de jogos e MM, Dalla Vecchia e Maltempi (2019) apresentam uma pesquisa que tem como objetivo discutir o conceito de problema em Modelagem Matemática. Neste trabalho, os autores abordam aspectos teóricos do conceito de problema, colocando em pauta diversas visões e interpretações sobre o significado do termo e o seu papel na Educação Matemática. Inspiram-se nas ideias de Deleuze, e definem a compreensão de problema que assumem na sua pesquisa como "[...] um conjunto de condições não atuais e indeterminadas que dizem respeito a uma dada situação e que gera um campo de conflitos que vai assumindo um caráter mais ou menos estável, à medida que vai sendo determinado" (Dalla Vecchia; Maltempi, 2019, p. 755).

Além disso, os autores ministraram um curso intitulado "Construção de Jogos Eletrônicos", que contou com a participação de oito estudantes de graduação de um curso de Licenciatura em Matemática. Foram analisados alguns episódios específicos que ocorreram durante os encontros do curso, e a partir dessas análises, foram tecidas considerações sobre o problema e a MM na criação de jogos. Eles argumentam que, ao longo do processo de MM, a imersão no problema vai o desmembrando em determinações mais específicas, e a cada nova determinação, surgem novas possibilidades e um novo direcionamento do campo problemático que transforma a organização do jogo eletrônico. Ou seja, há uma observação do problema como um fluxo que se desenvolve e se mostra somente no próprio caminho percorrido (Dalla Vecchia; Maltempi, 2019, p. 763).

Um destaque neste estudo é a compreensão das construções dos jogos eletrônicos, por meio da linguagem de programação Scratch, como modelos matemático-tecnológicos que, como argumentam os autores, têm sua base dada pela tecnologia e podem incorporar em sua estrutura aspectos sonoros e

estético-visuais, abrangendo também elementos da língua falada, diferenciando-os de modelos comumente usados na matemática formal (Dalla Vecchia; Maltempi, 2019, p. 758).

Também, destacam a compreensão da construção de um jogo eletrônico como "[...] a reunião de pequenos modelos específicos, que tratam das particularidades e problemáticas encontradas em cada aspecto que constitui o próprio jogo" (Dalla Vecchia; Maltempi, 2019, p. 758). Nesse sentido, identificam uma possibilidade de interpretação da relação entre jogos e modelos matemáticos.

Outro estudo com temática parecida é o de Kaminski e Boscarioli (2018), que relatam uma experiência baseada no desenvolvimento de jogos eletrônicos, com o software Scratch, a partir de uma perspectiva de Modelagem Matemática. A prática ocorreu durante aulas de Informática Educacional de uma turma composta por 26 estudantes de 5° ano, e os autores argumentam que as atividades, estruturadas com base na abordagem de conteúdos pela MM, foram contextualizadas e giraram em torno de temas de interesse dos estudantes, além de incentivarem o uso de habilidades cognitivas.

Apesar do foco deste trabalho ser direcionado para a integração de MM com Tecnologias Digitais, e não particularmente nos jogos em si como recursos educacionais, alguns aspectos relatados pelos autores sobre a criação dos jogos se destacam. A criação de um roteiro para o desenvolvimento dos jogos, no qual os estudantes refletiram sobre questões como qual tipo de jogo seria feito, quais seriam os conteúdos, enredo e objetivos dele, por exemplo, tratam-se de pontos que ressaltam um cuidado ao colocar jogos em pauta na sala de aula, embasando a atividade. Também, a definição do tema e da estrutura dos jogos por parte dos estudantes, em diálogo com a MM, possibilita uma conexão entre os desenvolvedores e o produto desenvolvido.

Ainda, uma pesquisa que relaciona jogos digitais e modelagem é a dissertação de mestrado de Santos (2020). Ao argumentar que a maioria dos jogos digitais desenvolvidos com objetivos educacionais são desinteressantes, por motivos relacionados às mudanças nos hábitos e nas formas de aprendizagem ocorridas pela inserção das tecnologias na sociedade, e ao distanciamento da categoria de jogos pedagógicos dos jogos voltados para o entretenimento, a autora propõe uma

forma de desenvolver jogos digitais buscando um equilíbrio entre os processos intuitivos e racionais.

Com o objetivo de dar a possibilidade para os alunos realizarem experimentos reais em mundos digitais, formalizando conceitos através de abstrações, estimulando a criatividade e proporcionando uma aprendizagem significativa, divertida e simultânea da Geometria, Álgebra e Aritmética (Santos, 2020, p. 5), foram criados modelos matemáticos durante o desenvolvimento do jogo *Pharos*. O jogo apresenta uma matemática integrada ao seu cenário e às suas mecânicas, a partir de simulações dos modelos. Na dissertação, a pesquisadora explica com detalhes as etapas que foram realizadas na elaboração do jogo, destacando a concepção do jogo, a jogabilidade e a criação dos modelos. Também foi realizado um curso, com a participação de professores e de estudantes de graduação, para a validação da metodologia proposta.

A partir do estudo, a autora ressalta a possibilidade da criação de "[...] Modelos Matemáticos com o objetivo de tornar o ambiente dos jogos digitais adequado para a aplicação da metodologia da Modelagem Matemática e, assim, promover aprendizagem em meio à nova linguagem dos jogos digitais" (Santos, 2020, p. 93). Ela também apresenta reflexões sobre a carência de bons jogos educacionais digitais, ponto importante quando o assunto são jogos na educação. Concordamos com a preocupação da autora em equilibrar mecânicas que entretém os jogadores com os conceitos matemáticos, ao invés de transformar exercícios em jogos, como ocorre na criação de alguns jogos matemáticos. Nesse sentido, vemos a importância de pesquisas que investiguem a jogabilidade e o desenvolvimento de jogos voltados para o entretenimento, considerando que, usualmente, professores não são especialistas em criar jogos, diferentemente de desenvolvedores profissionais que conseguem criar jogos que têm sucesso em divertir os jogadores.

Nesta investigação, a modelagem teve um papel importante no diálogo entre o jogo e a matemática nesse mundo construído. Também concordamos com a pesquisadora na conexão dessas tendências, que possibilitam a compreensão de conceitos que fazem sentido no jogo, assim como em outras situações cotidianas.

Em um caminho diferente, Menezes (2019) apresenta, em sua dissertação de mestrado, uma pesquisa que tem a intenção de "contemplar anseios" (Menezes, 2019, p. 9) dos alunos, relacionados aos smartphones e jogos digitais. A partir disso,

pensou na gamificação como uma possibilidade para a sua atividade, e desenvolveu o aplicativo chamado *JobMath*, que ela chama de um “game” no qual há sequências de questões sobre matemática em algumas áreas profissionais: médica, chef de cozinha, agropecuarista e engenheiro (Menezes, 2019).

Além disso, outro intuito de sua pesquisa é “criar um ambiente de aprendizagem o mais próximo ao de MM possível” (Menezes, 2019, p. 9). Desse modo, construiu a pergunta de pesquisa: “Como se desenvolve o ensino-aprendizagem de Matemática, por meio de um game para smartphone, que propicia um ambiente virtual próximo à Modelagem Matemática?” (Menezes, 2019, p. 10).

Após aplicar sua prática em uma escola, na qual convidou os estudantes para usar o aplicativo *JobMath* e escrever sobre a experiência, a autora afirma que o game promoveu um cenário para investigação em um mundo virtual. Os principais argumentos são que não há indicação de conteúdos matemáticos nem de como chegar às respostas, e que as questões geraram discussões e conversas entre os participantes.

Contudo, percebemos que o *JobMath* parece se aproximar de um material didático com elementos de gamificação, ou de um jogo pedagógico criado para a comunicação de alguns saberes específicos, embora a autora argumente que as questões têm um caráter aberto. Trata-se de um jogo no qual os jogadores devem resolver questões criadas com uma lente matemática, e que possuem uma única resposta correta. Isso configura uma das possibilidades de trabalho com jogos na escola, porém uma que não se aproxima do que nós buscamos em nossa pesquisa, com foco em jogos de entretenimento que não são criados como um exercício matemático gamificado.

2.2 O jogo *Catan*

Catan é um jogo de tabuleiro desenvolvido por Klaus Teuber, publicado pela primeira vez em 1995, na Alemanha. Trata-se de uma ilha na qual há cinco tipos de recursos, aos quais os jogadores podem ter acesso ao construir estradas, aldeias e cidades. O tabuleiro é formado por hexágonos que representam diferentes tipos de terrenos, e que produzem determinados recursos. Por meio desses recursos e das

construções, os jogadores podem obter pontos, e o vencedor é o primeiro a alcançar dez pontos. A estratégia e a interação entre as pessoas durante uma partida se destacam nesse jogo. Nesta subseção do texto, abordamos as principais ideias das pesquisas selecionadas que tratam de *Catan*.

Thompson (2024) faz uma reflexão sobre desigualdades em *video games* através de uma lente antropológica, particularmente em partidas do jogo *Catan*. Apesar de não ser originalmente digital, o jogo de tabuleiro hoje possui uma versão online chamada *Catan Universe,* com o qual a autora realizou sua pesquisa. Nela, usa ideias da Ecologia Comportamental Humana (ECH) para discutir de que forma a tomada de decisão no posicionamento das aldeias no jogo é afetada pela diferença no acesso a recursos chave.

Em seu estudo, Thompson observa que, em uma partida de *Catan*, jogadores que controlam certas regiões dominam a produção de recursos que são essenciais para todos, o que acaba influenciando as decisões dos demais. Além disso, ela cria a hipótese de que trocas bem sucedidas implicam em mais pontos e maior sucesso no jogo, já que permite o acesso a uma variedade de recursos. No entanto, após jogar 40 partidas da versão básica do jogo em *Catan Universe*, contra oponentes controlados por inteligência artificial, e observar as estatísticas dos dados produzidos, percebeu que apenas 8% da pontuação final pode ser relacionada a trocas bem sucedidas (Thompson, 2024, p. 176).

Apesar de a hipótese não ter se confirmado, o estudo levanta questões relevantes sobre o jogo, suas mecânicas e as relações envolvidas. Uma das reflexões colocadas no trabalho é a forma como a distribuição dos recursos é desigual no jogo. Ao ter acesso aos recursos necessários para a construção de cidades, o jogador tem a possibilidade de acumular riquezas, de modo similar ao que ocorre na sociedade capitalista onde “os ricos ficam mais ricos”, já que as cidades no jogo oferecem o dobro de produção de recursos. Ou seja, mesmo que isso não aconteça necessariamente de forma explícita, o jogo reproduz algumas práticas da humanidade. Ponderações como essa são essenciais para professores que pretendem educar por meio de jogos, de modo que estejam cientes das sutilezas envolvidas nesses jogos.

Outro ponto particularmente interessante levantado pela autora em sua análise diz respeito ao termo “settlers”, presente no nome do jogo, que evoca ideias

de colonização e expansionismo. No entanto, ela também ressalta que não há, nas partidas, colonização explícita de terras previamente ocupadas, já que os novos grupos não estão tomando terras ocupadas por comunidades indígenas (os territórios não possuem habitantes previamente). Consideramos reflexões dessa natureza importantes em pesquisas sobre jogos, pois aprofundam a análise sobre os temas tratados no jogo, permitindo questionamentos sobre as mensagens que ele pode comunicar aos jogadores. *Catan*, em particular, pode ser meio para o debate de diversas temáticas.

Já Chappin, Bijvoet e Oei (2017) apresentam uma pesquisa sobre como o jogo *The Settlers of Catan*, com a expansão *Oil Springs*, pode ser usado para ensinar questões de sustentabilidade para um grande público. O objetivo geral dos autores era identificar "[...] até que ponto este jogo pode modificar a consciência e o entendimento do público geral sobre conceitos de sustentabilidade, e se jogar o jogo leva a mais comportamentos sustentáveis" (p. 557, tradução nossa[11]). Para isso, analisaram as regras do jogo, os seus mecanismos educacionais, possíveis estratégias individuais e coletivas e dinâmicas da jogabilidade. Subsequentemente, realizaram oficinas para a observação dos efeitos do jogo como uma ferramenta para o ensino de sustentabilidade, por meio das estratégias e mecanismos identificados.

Antes e após as oficinas, os participantes responderam a alguns questionários relacionados a conceitos de sustentabilidade, de modo que os autores do estudo pudessem identificar possíveis mudanças nas percepções e atitudes dos jogadores, acerca desses conceitos, após jogarem. É relatado que, por meio das questões ambientais integradas no cenário do jogo aliadas às mecânicas de jogabilidade, os jogadores puderam experimentar situações de problemas ambientais, necessitando repensar estratégias tanto para o bem coletivo, quanto para seus próprios interesses, uma lição importante segundo a argumentação dos autores.

Ao ler sobre esta investigação, percebemos que, assim como o *Catan* foi utilizado neste contexto como uma "ferramenta" para o ensino de sustentabilidade, os jogos em geral podem possibilitar situações de aprendizagem diversas, por meio

---

[11] [...] the extent to which this game is able to change the general public's awareness and understanding of sustainability concepts and whether playing the game leads to more sustainable behaviour.

de características como as mecânicas de jogabilidade, possíveis estratégias e temáticas pautadas pelos cenários do jogo. Nesse sentido, vemos a possibilidade de o jogo, criado com finalidades não necessariamente educacionais, ser interpretado como mais do que uma ferramenta. Ele pode ser um recurso para a análise e tomada de ação diante de situações e problemas. Ou seja, o jogo pode propiciar criações diferentes daquelas que surgem de outras "ferramentas" com finalidades específicas.

Ao considerar isso, e ao refletir sobre o objetivo da pesquisa de Chappin, Bijvoet e Oei (2017), pensamos também na possibilidade de ampliação da ideia de identificar mudanças nos conhecimentos e nos comportamentos dos jogadores em relação à sustentabilidade. Pode-se pensar, talvez de modo um pouco mais geral, em analisar reflexões e discussões sobre o tema geradas durante o jogo e independentes de saberes prévios dos jogadores, buscando identificar se o jogo, de fato, cria essas oportunidades, e se sim, de que forma e através de quais elementos.

Em um caminho semelhante, Illingworth e Wake (2019) descrevem, em um artigo, os processos tomados na criação de uma expansão com o tema "aquecimento global" para o jogo *Catan*. Os autores falam sobre a sua intenção de abordar o tema em meios não científicos, e argumentam que jogos podem ser um instigador de debates sobre tópicos complexos por meio de uma abordagem dialógica, em contraste com um modo de comunicação unidirecional e vertical que comumente é seguido em tópicos como aquecimento global (Illingworth; Wake, 2019).

Além de explicarem com detalhes os passos da criação de sua expansão, desde a idealização até a fase de testes e publicação, os autores trazem também reflexões importantes sobre os jogos na educação. Eles argumentam que jogos criam ambientes positivos de aprendizagem:

> 1) eles instigam ambientes ativos e colaborativos caracterizados pelo aprender-fazendo; 2) facilitam interações sociais; 3) criam motivação por meio do engajamento e da recompensa; e 4) permitem brincadeiras significativas, oferecendo espaços seguros nos quais a aprendizagem criativa e exploratória pode ocorrer (Illingworth; Wake, 2019, p. 3, tradução nossa[12]).

[12] 1) they instigate active and collaborative environments characterized by learning-by-doing; 2) they facilitate social interaction; 3) they create motivation through engagement and reward; and 4) they allow for meaningful play, by providing safe spaces in which creative and exploratory learning can take place.

Também, colocam em pauta uma reflexão sobre o *magic circle* de Huizinga, que se refere a criação de mundos separados do ordinário, durante a ação de jogar, nos quais há regras específicas, e as regras do "mundo real" são suspensas temporariamente. A partir dessa noção, os autores ponderam sobre quais seriam as fronteiras que delimitam esse "círculo mágico" dos jogos, e o quanto elas podem se aproximar da realidade. Eles também apontam que Salen e Zimmerman notam uma sincronia entre vida cotidiana e jogos que conectam o círculo mágico com contextos externos, ou que dão ênfase ao *metagaming*, que são as discussões fora do jogo que surgem a partir dele (Illingworth; Wake, 2019).

Ainda, eles ressaltam uma diferenciação importante entre jogos de entretenimento e jogos pedagógicos, ponto que também foi debatido em Santos (2020), como mencionado anteriormente. Aqui, os autores trazem uma distinção entre jogos baseados em ciência (aqueles que usam conceitos ou ideias científicas como parte de seu tema ou mecânica) e os jogos pedagógicos sobre ciências (aqueles projetados com a pedagogia como objetivo principal) (Illingworth; Wake, 2019). Para sua pesquisa, eles optam por focar em um jogo baseado em ciência, tendo como principal objetivo a criação de uma discussão sobre o aquecimento global ao invés de comunicar fatos específicos. Concordamos com a importância de identificar esses diferentes tipos de jogos, e a escolha dos autores por um jogo de entretenimento criar discussões se aproxima daquilo que imaginamos para a nossa pesquisa.

Com relação ao jogo *Catan* na Educação Matemática, Krohl *et al.* (2021) realizam uma pesquisa bibliográfica com o tema de metodologias ativas, mais especificamente sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino de matemática. Nessa direção, os autores buscam aportes teóricos para ideias que envolvem o tema, trazem reflexões sobre a educação em tempos de pandemia e de ensino remoto, além de apresentarem uma proposta para o uso de jogos de tabuleiro no ensino de matemática (Krohl *et al*., 2021).

Tal proposta foi elaborada para a abordagem do conteúdo de probabilidade, e consiste em uma sequência didática na qual são apresentados aos estudantes alguns jogos de tabuleiro, de modo que eles possam jogar e criar estratégias. Os autores sugerem, para esta prática, quatro opções de jogos, sendo duas opções de "jogo de entrada" e duas de "jogo principal" (Krohl *et al*., 2021). *Catan* é citado como

uma das alternativas para jogo principal, já que “[...] pode ser usado para explorar muitos aspectos da matemática, seja em um nível universitário ou básico de uma forma inovadora e divertida” (Krohl *et al*., 2021, p. 172). Algumas das características do jogo que são usadas nessa argumentação são: a possibilidade de criação de estratégias a partir das probabilidades de sorteios nos dados para a geração de recursos, a identificação de outros conteúdos como análise combinatória e teoria dos grafos, e a adaptabilidade para abordar temas específicos, fazendo referência ao trabalho de Chappin, Bijvoet e Oei (2017).

No entanto, neste artigo, não houve relato de aplicação desta prática. Ainda assim, concordamos com os autores na avaliação de *Catan* como um meio para a abordagem de conceitos de probabilidade. Um trabalho nessa linha foi desenvolvido em Fontanella (2023), abordando potencialidades de *Catan* na criação de noções probabilísticas por meio de suas mecânicas. Contudo, em nossa pesquisa atual, nosso foco está voltado para uma investigação mais ampla das possíveis contribuições do jogo por meio da análise de modelos matemáticos, que têm relação com questões ambientais, mas não abordando um conteúdo matemático específico, como proposto nesses trabalhos.

2.3 Educação Matemática e o Socioecológico

Com relação aos trabalhos selecionados do 27º ICMI Study, também destacamos ideias atuais e relevantes para a presente pesquisa, bem como para outros estudos na área da Educação Matemática. Em particular, buscamos principalmente por pesquisas deste ICMI Study que abordam questões socioecológicas e modelagem concomitantemente, por se tratarem de eixos temáticos importantes para o nosso trabalho.

Borromeo Ferri (2025) apresenta a MM como uma possível prática chave para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), relacionada a um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas e o Conselho Econômico das Nações Unidas em 2015. Em seu artigo, a autora compartilha os resultados de um estudo com 105 aprendizes, focando nas perguntas: “é possível determinar estatisticamente uma diferença na sustentabilidade e na consciência ambiental de aprendizes do Ensino Médio antes e

depois da resolução de uma tarefa de modelagem de EDS?" e "as soluções apresentadas pelos aprendizes na tarefa de modelagem da EDS, suas descrições reflexivas e o protocolo de observação do pesquisador revelam as competências essenciais da EDS de reconhecer, avaliar e agir?" (Borromeo Ferri, 2025, p. 185, tradução nossa[13]). A pesquisa foi realizada na Alemanha.

Neste recorte de um estudo maior, a autora descreve as etapas da tarefa de modelagem proposta aos aprendizes. Esta se constituiu em aulas nas quais foram introduzidos os tópicos, através de documentários curtos, fotos e textos, e colocadas as questões da tarefa para que os estudantes trabalhassem em grupos de 4 pessoas. Após a resolução das tarefas, os resultados eram compartilhados e discutidos. Também foram realizados questionários antes e depois das tarefas de modelagem, contendo 12 itens a serem respondidos em escala Likert (de "concordo totalmente" a "discordo fortemente"), com o objetivo de verificar se mudanças nas atitudes dos aprendizes poderiam ser registradas estatisticamente após a intervenção.

Com base nos resultados desta pesquisa, Borromeo Ferri (2025) argumenta que as tarefas de MM propostas aos estudantes aumentaram a sua conscientização com relação à sustentabilidade e questões ambientais.

> A modelagem matemática no contexto da EDS representa uma prática chave por meio da qual os aprendizes podem questionar criticamente as questões de sustentabilidade com base em seus próprios resultados matemáticos/realistas obtidos durante o processo de modelagem e, assim, também adquirir competências de EDS (Borromeo Ferri, 2025, p. 290, tradução nossa[14]).

A autora também aponta que o foco de uma EDS vai além do conhecimento específico e isolado sobre um tema, caminhando para um pensamento transformador em diferentes contextos. Nessa linha, a MM representa uma excelente prática para a promoção de metas de sustentabilidade e questões socioecológicas por meio da matemática e da interdisciplinaridade.

---

[13] 1. Can a difference of sustainability and environmental awareness of secondary school learners be determined statistically before and after solving an ESD modelling task? 2. Do the learners' solutions of the ESD modelling task, their reflective descriptions and the observation protocol of the researcher reveal the ESD core competencies of recognizing, evaluating and acting?

[14] Mathematical modelling in the context of ESD represents a key practice through which learners can critically question sustainability issues based on their own mathematical/realistic results through the modelling process, and thus also acquire ESD competencies.

Outro artigo selecionado foi o de Magallanes e Esteley (2025), que debate sobre os resultados de uma pesquisa-ação que constitui o estudo de doutorado da primeira autora. “A tese surge com o objetivo de estudar uma prática educacional concebida por um grupo de professores para superar aspectos críticos e a sensação de falta de sentido em suas próprias práticas de ensino [...]” (Magallanes; Esteley, 2025. p. 228, tradução nossa[15]). As autoras destacam a MM, a interdisciplinaridade, e interações entre diferentes espaços, indivíduos e conjuntos de conhecimentos dentro de um contexto local.

A pesquisa em questão foi conduzida na Universidade Nacional de Córdoba, na Argentina, e a escola na qual a prática foi desenvolvida é localizada em uma região turística, devido à beleza das montanhas e de um rio abundante (Magallanes; Esteley, 2025). Nesse contexto, a escola orienta os estudos com foco no turismo, o que contribui na definição do tema da prática relatada pelas autoras. Na primeira fase do trabalho, os estudantes propõem o estudo da relação entre a falta de um sistema de esgotos na cidade com a contaminação da água no rio. Na segunda fase, realizada no ano seguinte, foi formulado o problema, relacionando-o ao desenvolvimento significativo do turismo e à negligência de alguns negócios que dispõem de seus resíduos ou outros elementos no rio.

Após uma excursão na qual os estudantes e professores foram em busca de suporte para as suas conjecturas, não foram encontradas evidências empíricas. Então, foi proposta uma consulta a geólogos, que explicaram que para determinar se existe uma contaminação da água do rio em razão do sistema de saneamento no local, seriam necessários equipamentos e conhecimentos específicos. Em vista disso, algumas mudanças são feitas nas questões do estudo, com base naquilo que os estudantes aprenderam a partir do diálogo com os geólogos, e o estudo avançou. Após coleta e análise de dados, os estudantes elaboram modelos, como gráficos de barras, de setores e histogramas.

As autoras propõem a noção de Modelagem Estocástica Crítica (Critical Stochastic Modeling) através de um ciclo de modelagem combinado a conhecimentos estocásticos em suas etapas, e desenvolvem a prática para a pesquisa de doutorado seguindo esta noção.

---

[15] The thesis emerges with the interest of studying an educational practice envisioned by a group of teachers to overcome critical aspects and perceived senselessness in their own teaching practices [...].

> Para além da sala de aula e da experiência no Cenário de Modelagem Estocástica Crítica, é possível identificar como uma pequena comunidade rural de adolescentes, juntamente com professores e especialistas, desenvolve e mantém um projeto de Modelagem Estocástica Crítica centrado em uma situação socioecológica e como isso contribui para o campo da educação matemática. Isso porque, dentro do cenário, a literacia estocástica crítica é reconhecida; entendendo-a como um processo no qual os alunos utilizam tabelas, gráficos, ferramentas estocásticas e tecnologia para decifrar a realidade subjacente às informações numéricas. Ao mesmo tempo, essa literacia vislumbra um processo político que permite aos alunos comunicar suas experiências, trabalhar em um ambiente de relações sociais respeitosas sob um princípio de igualdade e abordar conhecimentos que promovam uma melhor qualidade de vida para a comunidade rural (Magallanes; Esteley, 2025, p. 234, tradução nossa[16]).

Nesse sentido, observa-se, a partir da pesquisa das autoras, que a aliança entre a modelagem (nesse caso a Modelagem Estocástica Crítica) e o socioecológico originou um projeto relevante para a cidade e para a vida dos estudantes. Contribuições importantes para a perspectiva socioecológica da educação foram desenvolvidas, dando destaque para a MM em contextos de sala de aula, visando uma educação matemática em diálogo com o socioecológico.

Em uma linha semelhante, outra pesquisa que investiga os desdobramentos de uma tarefa de MM em contexto socioecológico é apresentada por Rafiepour (2025). Trata-se de um estudo realizado no Irã, país no qual, como apontado pelo autor, muitas pessoas sofrem com questões envolvendo a falta de água. Nesse cenário, é proposta uma tarefa de modelagem relacionada ao uso de água obtida por meio da dessalinização da água do mar para a agricultura.

Destaca-se, nessa proposta, o fato do autor desenvolver sua tarefa de MM por meio de conceitos da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica. A atividade é baseada em informações e notícias sobre projetos visando alternativas para os problemas de falta de água para a agricultura do país. Também são levantadas reflexões com relação ao Qanat, um sistema de gestão hídrica usado no passado na antiga Pérsia (atual Irã) e que não causava problemas ao meio ambiente.

---

[16] Beyond the classroom and the experience in the Critical Stochastic Modeling Scenario it is possible to identify how a small rural community of adolescents, along with teachers and specialists, develop and sustain a CSM project focused on a socio-ecological situation and how this contributes to the field of mathematics education. This is because, within the scenario, critical stochastic literacy is recognized; understanding it as a process in which students use tables, graphs, stochastic tools, and technology to decipher the reality underlying the numerical information. At the same time, this literacy glimpses a political process that enables students to communicate their experiences, work in an environment of respectful social relationships under a principle of equality, and approach knowledge that promotes a better quality of life for the rural community.

> De fato, essa tarefa de modelagem matemática pode estar ligada à etnomatemática (experiências passadas do povo iraniano), por um lado, e a questões sociais, políticas e culturais (desafios contemporâneos da gestão sustentável da água), por outro lado (Rafiepour, 2025, p. 352, tradução nossa[17]).

A tarefa foi aplicada com uma turma de licenciandos em matemática, e a maioria dos futuros professores considerou a atividade digna de discussão em sala de aula, já que pode integrar questões sociais, culturais e políticas tornando a matemática significativa. Contudo, o autor aponta que alguns consideraram que a tarefa seria mais adequada para aulas de ciências sociais ao invés de matemática. Ainda assim, destaca que “esse tipo de atividade de modelagem pode desempenhar um papel importante na conscientização do público sobre os problemas hídricos e ambientais de um país” (Rafiepour, 2025, p. 353, tradução nossa[18]).

Ainda, uma outra pesquisa que destaca a importância do socioecológico na Educação Matemática é a de Borba, Silva e Lopes (2025). Neste artigo, os autores abordam o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, projeto brasileiro de pesquisa e extensão da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus Rio Claro. Nesse projeto, estudantes e professores criam vídeos que tratam de conteúdos matemáticos enquanto discutem temas da realidade, e o objetivo do artigo é debater o potencial da discussão socioecológica por meio desses vídeos.

Os autores selecionam dois vídeos para discussão no artigo. O Vídeo 1 é intitulado *Consumismo x Consumo Consciente*, e apresenta consequências do consumismo e estratégias para se tornar um consumidor consciente. "Nesse grupo, os alunos usaram tecnologias digitais para explorar definições, dados estatísticos e soluções práticas para promover o consumo consciente" (Borba; Silva; Lopes, 2025, p. 281, tradução nossa[19]). O vídeo também enfatiza a relação entre consumismo e sustentabilidade, trazendo reflexões críticas sobre questões como reciclagem e redução de desperdício.

Já o Vídeo 2 é intitulado *O desperdício de água*, e compartilha uma atividade de modelagem na qual os estudantes calculam o consumo de água em sua escola.

---

17 Indeed, this mathematical modelling task could be connected to ethno-mathematics (past experiences of Iranian people) on the one hand, and social, political and cultural issues (contemporary challenges of sustainable water management) on the other hand.

18 These types of modelling activities could play a major role in raising public awareness about a country’s water and environmental problems.

19 In this group, students used digital technologies to explore definitions, statistical data, and practical solutions to promote conscious consumption.

"[...] Eles realizam medições práticas do fluxo de água usando baldes e temporizadores, aplicando conceitos matemáticos para construir gráficos de fluxo ao longo do tempo" (Borba; Silva; Lopes, 2025, p. 281, tradução nossa[20]). Na conclusão do projeto, os estudantes criaram uma proposta para a administração do colégio, com sugestões de mudanças visando um melhor aproveitamento da água potável, ilustrando uma aplicação da matemática e de conceitos científicos para a promoção de aprendizagem sobre sustentabilidade.

É destaque também, no texto, a criação da categoria Povos Originários e Tradicionais, aberta para estudantes e professores indígenas, celebrando a diversidade cultural do conhecimento matemático e proporcionando uma perspectiva inclusiva à Educação Matemática. Os autores também apontam que questões sociais não podem ser separadas das questões ecológicas, suportando a ideia do socioecológico.

> Muitos dos vídeos do Festival abordam questões socioecológicas, mostrando como alunos e professores podem transformar e criar matemática através de um currículo de baixo para cima. Estes vídeos, tal como discutido neste artigo, oferecem ferramentas práticas para integrar uma perspetiva socioecológica nas aulas de matemática (Borba; Silva; Lopes, 2025, p. 282, tradução nossa[21]).

A partir dos dois exemplos de vídeos discutidos no artigo, os autores ressaltam o potencial do Festival de Vídeos para o debate de questões socioecológicas, incentivando trabalhos com conceitos de matemática em situações da realidade, e possivelmente envolvendo tarefas com outras tendências como a modelagem matemática. Trata-se de uma atividade relevante e importante para o movimento de integrar práticas socioecológicas na educação.

Esta revisão de literatura apresentou o panorama das investigações que entrelaçam Jogos e Modelagem Matemática, destacando as potencialidades desses recursos no ensino de matemática e as sutilezas que permeiam a relação entre jogos e modelos. Foram também discutidos estudos específicos sobre o jogo Catan, que serviu de inspiração para *Pindorama: Em Chamas*, mostrando como o jogo pode ser utilizado para abordar questões de sustentabilidade e desigualdade, além

---

[20] They perform practical measurements of water flow using buckets and timers, applying mathematical concepts to construct flow graphs over time.

[21] Many of the Festival's videos engage in socio-ecological discussions, showing how students and teachers can transform and generate mathematics through a bottom-up curriculum. These videos, as discussed in this article, offer practical tools for integrating a socio-ecological perspective into mathematics classes.

de conceitos de probabilidade. Ainda, foram analisados trabalhos do 27º ICMI Study que abordam a Educação Matemática e o Socioecológico, evidenciando a importância da abordagem desse tema nas escolas, em particular em aulas de matemática, promovendo a conscientização ambiental e pensamento transformador por parte dos estudantes. Apesar das contribuições relevantes desses estudos, identificamos que ainda há lacunas quanto ao entrelaçamento específico entre Jogos, Análise de Modelos e questões climáticas, assunto que buscamos investigar em nossa pesquisa. No próximo capítulo, será desenvolvido o referencial teórico, que fundamentará conceitualmente as relações entre Jogos na Educação Matemática, Análise de Modelos, Modelagem Matemática e questões socioecológicas, aprofundando os conceitos teóricos que sustentarão a pesquisa e a análise dos resultados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo em vista a investigação sobre entrelaçamentos entre jogos, Análise de Modelos e sustentabilidade, apresenta-se nesta seção algumas concepções de autores que dialogam com os propósitos desta pesquisa. O foco é voltado principalmente para concepções de jogo e sua relevância para a Educação Matemática, a Análise de Modelos e questões ambientais.

3.1 Jogos na Educação Matemática

Um dos pontos de partida quando se analisa o jogo e suas características é reconhecer a existência de diversas percepções acerca do seu significado, já que não há um único conceito definitivo para a definição de jogo (Brougère, 1997). Desse modo, em uma pesquisa neste tema, torna-se importante a criação deste conceito, que é uma das bases para as discussões posteriores.

O jogar é uma ação para a qual não existe uma única definição, podendo ser relacionada a diversos tipos de atividade. “O jogo é uma função do ser vivo, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos” (Huizinga, 2019, p. 26). Ainda assim, reconhecendo o desafio de refletir sobre a natureza e o significado do jogo, Huizinga (2019, p. 55) se aproxima de uma definição:

> O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da “vida quotidiana”.

Também em um movimento de busca por uma construção conceitual para o jogo, Muniz (2023), em sua pesquisa sobre brincadeiras e jogos espontâneos das crianças, define que “para que uma atividade seja considerada como jogo é necessário que ela tenha alguns elementos: uma base simbólica, regras, jogadores, um investimento/risco e uma incerteza inicial quanto aos resultados” (Muniz, 2023, p. 44). Ainda, este autor argumenta que o jogo “é uma atividade produtiva, mas o que produz a atividade considerada como jogo não é materialmente concreto e, por vezes, nem mensurável, nem visível” (Muniz, 2023, p. 38), de modo que uma das características do jogo é ser materialmente improdutivo.

Assim sendo, a concepção de jogo adotada nesta dissertação está alinhada

com as perspectivas de Huizinga (2019), ao caracterizar o jogo como uma atividade livre, informal e exterior ao mundo cotidiano, e de Muniz (2023) ao estabelecer alguns elementos básicos para designar jogos, como a existência de regras, jogadores, incertezas dos resultados e base simbólica, além da sua produtividade imaterial, que resulta na improdutividade material.

Grando (2004) destaca que o jogo é mais do que um instrumento motivacional nas aulas de matemática, sendo uma atividade lúdica. “As atividades lúdicas são inerentes ao ser humano. Cada grupo étnico apresenta sua forma particular de ‘ludicidade’, sendo que o jogo se apresenta como um objeto cultural.” (Grando, 2004, p. 8). Além disso, a autora destaca o interesse no “fazer matemática” em atividades lúdicas, e argumenta que elas “exercem um papel fundamental para o desenvolvimento cognitivo, afetivo, social e moral das crianças” (Grando, 2004, p. 10).

Outro aspecto fundamental sobre o jogo, teorizado por Brougére (1995) e reforçado por Muniz (2022), é a compreensão de que ele não se realiza no plano material, mas sim “[...] no plano das ideias, do imaginário, das representações mentais, do desejo, no domínio dos conceitos” (Muniz, 2022, p. 19). A partir dessa noção, argumenta-se que existem convergências entre jogar e aprender matemática.

> [...] Jogar e matematizar são tecidos num mesmo campo epistemológico: das ideias, dos conceitos, das representações mentais, nas expressividades e validações argumentativas, em um mundo de elaboração, proposição e resolução de problemas inusitados que provoca, cada um, a cada instante, ir além, surpreender, surpreender-se, sem desrespeitar as regras que são socioculturalmente construídas e impostas, tanto no jogo quanto na atividade matemática (Muniz, 2022, p. 20).

Além disso, esta compreensão sobre o jogo que ocorre no plano imaginário fornece sustentação para outro conceito importante para esta pesquisa, que é a ideia de *metajogo*. "Assim como o jogo, o meta-jogo não possui uma definição previamente estabelecida e as discussões sobre ele estão geralmente relacionadas aos jogos digitais e aos *games designs*" (Morbach, 2012, p. 128, grifo da autora). Contudo, por meio de seus estudos, a autora o caracteriza como um momento de reflexão dialogada entre as pessoas envolvidas no jogo sobre os pensamentos e lógicas presentes nas jogadas.

Os jogadores, quando estão em atividade, "sempre tiram algo do jogo, que é pessoal de cada jogador, e esse 'algo' é o meta-jogo. Assim, pode-se considerar que

o meta-jogo é um 'jogo sobre o jogo'" (Morbach, 2012, p. 129). Ou seja, pode-se entender que o metajogo se trata de um espaço para debate, geralmente pós-jogo, no qual as pessoas envolvidas no jogo podem compartilhar e explicar as suas próprias ações e o seu “jogar”, que ocorre no plano das ideias. Pensando no âmbito da educação matemática, Muniz (2022, p. 28) argumenta que o metajogo:

> [...] de um lado, explicita as presenças da matemática no jogo, e do outro lado dá maior valor didático-pedagógico a ele, pois os sujeitos que jogam passam a potencializar de forma mais sistematizada os conhecimentos matemáticos escolares que dão sustentação ao desenvolvimento da atividade.

Ou seja, o momento do metajogo constitui uma etapa importante, tanto em atividades com jogos em sala de aula, quanto em pesquisas sobre o jogo. Para que isso seja efetivo, no entanto, é importante que o professor/pesquisador apresente uma conduta de observador e mediador (Morbach, 2012).

Com relação às possíveis contribuições dos jogos para a educação, destacamos as reflexões apresentadas por Kamii e DeVries (1991) sobre a questão da competitividade. Segundo as autoras, embora a competição entre crianças possa soar como um problema a ser evitado, jogos dessa natureza podem proporcionar aprendizagens únicas. “Os jogos competitivos também motivam a criança a pensar de modo particularmente ativo, como pode ser visto nas estratégias por elas elaboradas” (Kamii; DeVries, 1991, p. 281). Além disso, “a elaboração de regras estimula tanto o desenvolvimento social quanto o intelectual. [...] Quando as crianças percebem a necessidade de cumprir as regras, aceitam voluntariamente as imposições”. (Kamii; DeVries, 1991, p. 282). Desse modo, os jogadores participam ativamente, tomando decisões e agindo em uma situação de disputa sob leis estabelecidas, o que possibilita o desenvolvimento social, emocional e cognitivo da criança.

Ainda, sobre jogos de tabuleiro e suas potencialidades para a Educação Matemática, os autores Giordani e Ribas (2016) comentam que aprendizagens podem surgir a partir da incorporação desses jogos em práticas escolares. “Os jogos lógicos de tabuleiro [...] se apresentam como um instrumento pedagógico de grande potencial e valia pelos inúmeros benefícios associados ao raciocínio lógico e à interação interpessoal” (Giordani; Ribas, 2016, p. 31). Embora o foco da pesquisa desses autores seja em jogos abstratos de estratégia, como Xadrez, Damas e

Jogo-da-Velha, consideramos que essas reflexões também se aplicam a jogos de estratégia em geral. Complementando essa ideia, os autores afirmam que:

> [...] a promoção dos jogos lógicos de tabuleiro em processos de escolarização retoma a concepção de que o raciocínio lógico pode ser desenvolvido e estimulado através de brincadeiras, desafios, enigmas, quebra-cabeças, entre outras atividades que exigem certo exercício mental. Este exercício tem impacto direto no aprendizado de conteúdos que requerem associações lógicas, não apenas relacionados à área das exatas, como matemática, física e química, mas com outras disciplinas talvez menos evidentes que, por sua vez, também possuem uma relação lógica bem definida entre seus tópicos, como observamos com português e história (Giordani; Ribas, 2016, p. 36).

Portanto, mesmo não havendo, necessariamente, um conteúdo específico sendo abordado diretamente através de um jogo, uma aula com esse recurso pode promover ganhos no desenvolvimento do pensamento em diversas áreas. Nesse sentido, percebe-se a existência de potencialidades dos jogos para o Ensino de Matemática.

3.2 Análise de Modelos

A Modelagem Matemática (MM) é uma tendência sobre a qual foram e continuam sendo desenvolvidas diversas perspectivas. Algumas estão mais alinhadas com a matemática aplicada, “[...] nas quais os pesquisadores têm o objetivo de modelar situações empíricas que são sempre aproximativas para explicar fenômenos mensuráveis” (Klüber; Burak, 2008, p. 25). Estas concepções, no entanto, existem com finalidades, em geral, diferentes da modelagem na escola.

> A modelagem na escola não deve ter os mesmos parâmetros da modelagem experimental; nesta, os pesquisadores possuem um grande ferramental matemático para a resolução dos mais diferentes problemas. Os problemas que surgem na escola nem sempre ensejam problemas que possam ser modelados com a mesma intensidade das ciências naturais ou modelados matematicamente no sentido literal, muitas vezes, os primeiros problemas requerem interpretações bem mais simples, contudo, não menos significativas, pois essas podem conferir um outro significado e ordem aos conteúdos programáticos do currículo (Klüber; Burak, 2008, p. 25).

Há, portanto, outras perspectivas que foram desenvolvidas através de lentes diferentes, mais voltadas para a educação matemática. Biembengut (2022) descreve a modelagem como um meio para fazer com que a matemática e a realidade, interpretadas pela autora como dois conjuntos disjuntos, interajam entre si. Também, argumenta que “essa interação, que permite representar uma situação ‘real’ com

‘ferramental’ matemático (modelo matemático), envolve uma série de procedimentos” (Biembengut; Hein, 2022, p. 13). Nesse sentido, a autora enxerga a modelagem como um processo estruturado em etapas (1 - interação; 2 - matematização e 3 - modelo matemático), trazendo para o ensino de matemática um método que já existia nas ciências.

Em um caminho diferente, Barbosa (2001, p. 31) conceitua a modelagem como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. Nessa visão, enxerga-se possibilidades de ponderação e de debate sobre situações de interesse dos estudantes por meio de conceitos matemáticos, em práticas de caráter aberto e sem a rigidez do cumprimento de determinadas etapas, como a elaboração de um modelo.

Contudo, embora haja diferentes perspectivas, um ponto de concordância entre várias delas, em geral, é a investigação de uma situação ou problema não-matemático por meio de um modelo matemático. No entanto, segundo Javaroni e Soares (2012, p. 11), elaborar modelos matemáticos não se trata de uma tarefa trivial.

> Para várias das perspectivas de modelagem nos processos de ensino e de aprendizagem, a obtenção de um modelo apropriado não é o mais importante, e sim um “caminho” percorrido pelo aluno para compreender o fenômeno estudado e tentar representá-lo matematicamente. Esta dificuldade de elaboração de um modelo está vinculada, em parte, à exigência de um conhecimento amplo sobre o fenômeno e também sobre a Matemática.

Sendo assim, considerando esta reflexão das autoras, torna-se interessante a ideia de analisar modelos já existentes, pois estes também podem trazer à tona resultados relevantes sobre o fenômeno estudado. As autoras denominam esta abordagem Análise de Modelos (AnM), e destacam que o objetivo desta nomenclatura não é segregar esta possibilidade dos demais trabalhos em MM, apenas distinguir a ênfase e o encaminhamento das propostas (Javaroni; Soares, 2012).

Além disso, elas destacam o potencial desta abordagem para a introdução de conceitos matemáticos novos aos estudantes, ao invés de um caminho comumente utilizado em aulas de matemática, no qual primeiro se apresenta um conceito para apenas posteriormente envolver modelos matemáticos.

> A Análise de Modelos se configura como uma possibilidade de encaminhar o trabalho com modelos matemáticos em sala de aula, cuja ideia central é propor a análise de um modelo para um fenômeno de uma área científica ou do dia a dia como pano de fundo para a introdução de conceitos matemáticos novos para os alunos (Soares; Javaroni, 2013, p. 197).

Portanto, atividades baseadas na AnM propõem o estudo de modelos matemáticos, e esses modelos podem contribuir para o desenvolvimento de conceitos matemáticos, além de um aprofundamento na questão em estudo. As autoras também apontam que as seguintes atividades podem estar envolvidas no trabalho com Análise de Modelos:

> (i) estudo do fenômeno em questão; (ii) estudo das hipóteses consideradas para a elaboração do modelo; (iii) entendimento do que cada termo do modelo diz sobre o fenômeno; (iv) estudo do comportamento da(s) solução(ões) do modelo, relacionando este comportamento com o fenômeno e com as hipóteses consideradas; (v) estudo da influência dos parâmetros do modelo no comportamento de sua(s) solução(ões), o que permite fazer previsões e analisar a influência de possíveis intervenções no fenômeno; (vi) análise das limitações do modelo (Javaroni; Soares, 2012, p. 271).

Observa-se, em vista disso, que a AnM apresenta potencial para o desenvolvimento de conceitos matemáticos em conjunto com o estudo de questões de interesse, ou que de alguma forma fazem parte da vida dos estudantes. Considerando esta perspectiva, torna-se importante definir aquilo que é considerado um modelo matemático. Assim como ocorre com a definição de MM e com outros conceitos importantes na literatura, há algumas variações naquilo que cada autor interpreta como modelo matemático. Essa pluralidade é discutida por Dalla Vecchia (2012), que ao estudar olhares distintos de alguns autores, afirma que “[...]é possível compreender que a ideia de modelo matemático pode estar associada a distintos aspectos, tais como os relativos à sua simbologia, à sua finalidade específica e à sua relação com a realidade” (Dalla Vecchia, 2012, p. 116). Sendo assim, trata-se de um conceito que abrange diversos pontos para determinar a sua natureza.

Barbosa (2009, p. 70-71), autor cujas ideias são relevantes para a nossa pesquisa, trata os modelos matemáticos como “[...] aqueles que empregam símbolos matemáticos, sejam tabelas, gráficos, equações, inequações etc., ou, em outras palavras, empregam conceitos, notações e/ou procedimentos matemáticos”. Essa visão traz uma contribuição importante para o debate, ao estabelecer especificidades deste tipo de modelo, associado a conceitos matemáticos. Dalla Vecchia (2012, p. 116) entende o modelo matemático como um “exemplar de uma

situação que se mostra por meio de uma linguagem estruturada por ideias matemáticas". Percebemos que as ideias de ambos autores se complementam, e tomamos essa perspectiva como base para o que chamaremos de modelos matemáticos em nossa pesquisa.

Nesse ponto, uma outra reflexão se torna pertinente e necessária, que é sobre o papel da matemática e dos modelos matemáticos na sociedade. Barbosa (2001) afirma que existe, em geral, uma ideia que os modelos matemáticos descrevem fatos e fenômenos físicos independentemente da interferência humana, e ao relativizar esta visão, o autor argumenta que os processos de criação desses modelos possuem uma natureza enviesada, já que são construções humanas. Assim,“pode-se afirmar que os modelos matemáticos são instrumentos de argumentação e poder, servindo ao papel de persuasão política” (Barbosa, 2001, p. 17).

Nesse sentido, entra em cena aquilo que Borba e Skovsmose (2001) denominam ideologia da certeza. Para os autores, em diversos ambientes na sociedade, é cultivada uma ideia de que a matemática é um sistema perfeito e infalível, fazendo com que ela seja frequentemente utilizada como um argumento definitivo para a tomada de decisões políticas. “Vemos a ideologia da certeza como uma estrutura geral e fundamental de interpretação para um número crescente de questões que transformam a matemática em uma ‘linguagem de poder’” (Borba; Skovsmose, 2001, p. 129). Trata-se de um aspecto importante a ser considerado em uma pesquisa que busca propiciar o estudo de questões da sociedade por meio de Análise de Modelos, de modo que contextos, variáveis e simplificações nos modelos devem ser consideradas nas análises. Ao perceber um potencial em jogos para abordar, em cenários hipotéticos, questões e problemas sociais, vemos a possibilidade de aliar jogos e Análise de Modelos, propiciando reflexões e tomadas de decisão nos jogos com base nessas situações relevantes para a vida cotidiana dos jogadores.

3.3 Questões Ambientais e Sustentabilidade

Entre os principais desafios da humanidade estão o aquecimento global e as mudanças climáticas que o acompanham. Essa pauta costumava parecer um

problema a ser enfrentado a longo prazo, mas está ficando cada vez mais evidente que ela deve ser encarada com seriedade desde já, se buscamos evitar consequências trágicas em um futuro não tão distante.

Segundo Skovsmose (2023), os tópicos de sustentabilidade se preocupam, antes de tudo, com nosso relacionamento com a natureza. Nessa linha, embora catástrofes naturais tenham ocorrido diversas vezes na história da humanidade, o que vem mudando é que esses riscos também passaram a ser causados pelos seres humanos, e tais riscos humanamente fabricados determinam as condições de vida social. “O que está acontecendo hoje é que a sociedade se transformou em um laboratório sem ninguém no controle” (Skovsmose, 2023, p. 48, tradução nossa[22]).

Esta influência humana no clima do planeta atraiu a atenção de cientistas, que identificaram que estamos vivendo a era chamada Antropoceno. Steffen, Crutzen e McNeill (2011, p. 614, tradução nossa[23]) definem:

> O termo Antropoceno [...] sugere que a Terra deixou a sua época geológica natural, o atual estado interglacial chamado Holoceno. As atividades humanas se tornaram tão difundidas e intensas que passaram a rivalizar com as forças da natureza e estão empurrando a Terra para uma *terra incognita* planetária. A Terra está se movendo rapidamente para um estado menos biologicamente diverso, com menos florestas, muito mais quente, e provavelmente mais úmido e tempestuoso.

Angus (2023), em seu livro *Enfrentando o Antropoceno*, destaca que a necessidade capitalista de acumular riquezas é a causa principal da ação destrutiva do ser humano contra o planeta. Ele argumenta que, além de um fenômeno biofísico, o Antropoceno é um fenômeno *socioecológico*, produto da ascensão do capitalismo e de sua dependência de combustíveis fósseis (Angus, 2023, p. 25). Contudo, ele aponta que há outras possibilidades, se houver resistência da maioria da humanidade:

> As mudanças físicas são sérias, mas não determinarão por si só como será a vida no Antropoceno - somente a ação (ou inação) humana pode fazer isso. O mundo que nossos filhos e netos herdarão será definido pela maneira como a nossa geração responderá à emergência planetária (Angus, 2023, p. 216)

---

[22] What is happening today is that society has turned into a laboratory without anybody in control.

[23] The term Anthropocene [...] suggests that the Earth has now left its natural geological epoch, the present interglacial state called the Holocene. Human activities have become so pervasive and profound that they rival the great forces of Nature and are pushing the Earth into planetary terra incognita. The Earth is rapidly moving into a less biologically diverse, less forested, much warmer, and probably wetter and stormier state.

Já existe um consenso nas ciências de que a principal causa para o aquecimento global é exatamente a ação humana. Saito (2024) aponta que não há dúvidas de que a civilização construída pela humanidade, agora, representa um risco para a sua própria continuidade. Nesse contexto, para que haja a esperança de um futuro melhor, cada cidadão deve se levantar, falar e agir como parte interessada. "Agora é a hora de buscar e gerar 'uma grande mudança'. [...] essa *grande mudança* é justamente desafiar o próprio sistema capitalista" (Saito, 2024, p. 21).

Nessa linha, diante da ameaça crescente do aquecimento global, Löwy (2021) ressalta a necessidade de uma Grande Transição, e apresenta como alternativa civilizatória o *ecossocialismo*. Em linhas gerais, o ecossocialismo é fundado em argumentos do movimento ecológico e na crítica marxista da economia política, propondo “[...] uma política fundada em critérios não-monetários: as necessidades sociais e o equilíbrio ecológico” (Löwy, 2021, p. 472).

Esta alternativa se baseia em mudanças radicais em direção a um novo modo de produção, com uma sociedade igualitária e democrática, e um novo modo de vida de uma civilização ecossocialista, “[...] para além do reinado do dinheiro, dos hábitos de consumo artificialmente produzidos pela propaganda, da produção ilimitada de mercadorias inúteis e/ou nocivas ao meio ambiente” (Löwy, 2021, p. 474). Nesse sentido, haveria uma oposição à lógica capitalista de produtivismo e acumulação de capital, para uma ideia de economia socialista fundamentada na “[...] produção de *valores de uso*, bens que são necessários para a satisfação de necessidades humanas” (Löwy, 2021, p. 476, grifo do autor). A reflexão sobre o que de fato causa as mudanças climáticas, bem como as alternativas para frear e reverter este processo de aquecimento global, passa pelo modo como a sociedade se constitui.

Com relação ao papel da educação matemática nesse contexto, Lopes e Borba (2025) ressaltam a necessidade de se repensar algumas práticas diante do cenário imposto pelas mudanças climáticas. “O estado atual do planeta, inclusive dentro do contexto de matemática e de práticas de educação matemática, exige uma reavaliação urgente das prioridades na educação matemática” (Lopes; Borba, 2025, p. 331, tradução nossa[24]).

[24] The current state of the planet, including within the context of mathematics and mathematical education practices, demands an urgent reassessment of priorities in mathematical education.

Nesse sentido, os autores discutem o significado de questões sócioecológicas para a educação matemática, e argumentam que a modelagem pode ser um caminho para que os estudantes desenvolvam conhecimento reflexivo. “Emancipação ocorre quando matemática permite o desenvolvimento de conhecimento reflexivo, criando um espaço para os estudantes conectarem criticamente seus conhecimentos com a realidade” (Lopes; Borba, 2025, p. 334, tradução nossa[25]). Por meio de práticas educacionais com modelos matemáticos, torna-se possível conectar a sala de aula com questões da realidade como a emergência climática.

O termo *socioecológico* é destacado por Coles, Solares-Rojas e Le Roux (2024) como uma compreensão de que questões sociais e questões ecológicas são interconectadas entre si, e não planos paralelos. Portanto, esses temas não devem ser abordados separadamente.

> Os acontecimentos mundiais contemporâneos oferecem provas evidentes da inseparabilidade das questões sociais, ecológicas, sanitárias, espaciais e políticas, tais como as mudanças climáticas, a poluição química, a insegurança alimentar e hídrica, a perda de biodiversidade, as pandemias, a pobreza, a desigualdade, a migração, o totalitarismo e a perda de voz. Este é um mundo caracterizado pela complexidade, incerteza, vulnerabilidade, movimento e informalidade, com um ritmo de mudança que ultrapassa o nosso conhecimento (Coles; Solares-Rojas; Le Roux, 2024, p. 165, tradução nossa[26]).

Nessa linha, considerando a noção de um mundo conectado nas suas complexidades, os autores concebem uma educação matemática por meio de gestos, ou seja, “[...] práticas que produzem investigação, conhecimento recontextualizado, organizações curriculares, materiais didáticos, oportunidades de desenvolvimento profissional e tudo o que se torna visível no contexto do ensino e da aprendizagem” (Coles; Solares-Rojas; Le Roux, 2024, p. 166, tradução nossa[27]).

Também, tendo em vista essa educação matemática que se preocupa com temas socioecológicos, Barwell (2025) reflete sobre qual tipo de cidadãos

---

[25] Emancipation occurs when mathematics allows the development of reflective knowledge, creating space for students to critically connect their knowledge to reality.

[26] Contemporary world events offer stark evidence of the inseparability of social, ecological, health, spatial and political issues such as climate changes, chemical pollution, water and food insecurity, biodiversity loss, health pandemics, poverty, inequality, migration, totalitarianism, and loss of voice. This is a world characterised by complexity, uncertainty, vulnerability, movement, and informality, with the pace of change outstripping our knowledge.

[27] [...] practices that produce research, recontextualised knowledge, curriculum organisations, learning materials, professional development opportunities, and anything that becomes visible in the context of teaching and learning.

matemáticos desejamos que nossos estudantes se tornem. O autor argumenta que “a ideia não é que os cidadãos se tornem cientistas, mas que os cidadãos tenham voz em decisões chave no processo científico, particularmente onde valores se tornam relevantes” (Barwell, 2025, p. 46-47, tradução nossa[28]). De modo geral, em sociedades democráticas, torna-se importante que os cidadãos possam compreender informações matemáticas e científicas para se engajar em processos políticos e sociais, também com relação aos desafios ecológicos (Barwell, 2025).

Nesse contexto, Barwell (2025) aponta que a matemática não existe fora da interação humana, sendo um processo de socialização dialógico. Além disso, apresenta uma ideia de que a *consciência matemática* pode ser uma forma de compreender os danos causados pela humanidade ao meio ambiente.

> Por consciência matemática, refiro-me ao reconhecimento de uma pessoa do seu próprio pensamento matemático, de como ele pode ser usado, do que pode ser feito com ele, e dos valores associados ao que é útil, desejável ou não desejável com relação à matemática. (Barwell, 2025, p. 49, tradução nossa[29]).

Por meio dessa noção, o autor defende um ensino de matemática que promova uma *consciência matemática crítica* (Barwell, 2025), pela qual os estudantes possam aprender dialogicamente, e entender que os humanos estão relacionados e dependem do bem estar de todas as demais espécies que vivem no planeta. Se nós, educadores matemáticos, tivermos sucesso nessa promoção da consciência matemática crítica, podemos contribuir para a formação de cidadãos preparados para lidar com os desafios climáticos.

Ainda, Skovsmose (2023) ressalta que a matemática opera em caminhos poderosos por meio da formação de opiniões, decisões e ações. É importante considerar que “qualquer modelo matemático sobre clima incluirá simplificações, distorções e interpretações incorretas” (Skovsmose, 2023, p. 51, tradução nossa[30]). Quando analisamos uma situação com base em um modelo, estamos analisando uma representação matemática da situação. Desse modo, é fundamental que haja

---

[28] The idea here is not that citizens become scientists, but that citizens have a voice in key decisions in the scientific process, particularly where values become relevant.

[29] By mathematical consciousness, I refer to a person’s awareness of their mathematical thinking, of how it can be used, of what it can be used to do, as well as associated values about what are useful or desirable or undesirable things to do with mathematics.

[30] Any mathematical climate model will include simplifications, distortions, and misinterpretations.

cuidados com relação a um olhar crítico dos modelos matemáticos dessas situações.

Este capítulo apresentou as concepções teóricas que fundamentam esta pesquisa, articulando três eixos centrais: Jogos na Educação Matemática, Análise de Modelos e Questões Ambientais e Sustentabilidade. Na primeira subseção, foram discutidas as concepções de jogo segundo Huizinga (2019) e Muniz (2023), destacando-o como atividade voluntária, regrada e com base simbólica, além de suas potencialidades para o desenvolvimento dos estudantes e o conceito de metajogo como espaço de reflexão dialogada. O conceito de metajogo também foi abordado, compreendido como um espaço de reflexão dialogada pós-jogo que potencializa os saberes matemáticos. Em seguida, foi apresentada a Análise de Modelos (AnM) como abordagem que propõe a análise de modelos matemáticos já existentes, com foco nos processos de investigação do estudante. Na última subseção, foram abordadas as questões ambientais, apresentando o Antropoceno como fenômeno socioecológico produto do capitalismo, a ideia do ecossocialismo como alternativa, e a importância da educação matemática para desenvolver consciência matemática crítica, considerando que questões sociais e ecológicas são inseparáveis.

Estes conceitos sustentam o entrelaçamento entre Jogos e Análise de Modelos com foco no desenvolvimento de uma visão crítica sobre a emergência climática. No próximo capítulo, será apresentado com detalhes o jogo *Pindorama: Em Chamas*, destacando–se o processo de desenvolvimento do jogo, seguido do manual completo de regras.

4 PINDORAMA: EM CHAMAS

Um dos pilares fundamentais para este trabalho é o jogo que chamamos de *Pindorama: Em Chamas*. As centelhas que iniciaram esta criação foram diversas, e aos poucos foram se juntando e formando uma chama. Nesta seção do texto, comentamos as etapas do desenvolvimento do jogo, e apresentamos detalhadamente o sistema de regras e o curso de uma partida.

O termo "Pindorama" é de origem Tupi e significa "terra das palmeiras", sendo o primeiro nome dado pelos indígenas ao espaço que hoje conhecemos como Brasil (Sampaio, 1987). Faz parte do título do jogo como forma de destacar a importância de uma visão de povos originários sobre as terras que inspiraram a criação do ambiente fictício no qual o jogo acontece. Também é o título do jogo de tabuleiro que foi desenvolvido em Fontanella (2023), onde foram dados os passos iniciais que levaram a pesquisa que apresentamos nesta dissertação de mestrado.

Já a expressão “em chamas” foi pensada como uma referência ao livro de Suzanne Collins, que se trata de uma sequência direta de *Jogos Vorazes*, primeiro livro da trilogia de mesmo título que faz críticas ao autoritarismo e ressalta a importância da resistência e da luta contra a desigualdade social. Nesta analogia, pode-se interpretar *Pindorama: Em Chamas* como uma sequência para *Pindorama* (Fontanella, 2023). Além disso, há nessa expressão uma referência a aquecimento da superfície do planeta, tanto no mundo fictício do jogo quanto na realidade.

Uma das principais inspirações para a criação de *Pindorama* (Fontanella, 2023) e de *Pindorama: Em Chamas* é o jogo criado por Klaus Teuber chamado *The Settlers of Catan*. Trata-se de um jogo de tabuleiro estratégico no qual os jogadores exploram e criam civilizações em uma ilha fictícia repleta de recursos. Na ilha, há cinco regiões com diferentes terrenos que permitem a produção de recursos e, a partir disso, os jogadores podem construir e ganhar pontos.

A primeira ideia que surgiu a partir de diálogos entre os pesquisadores e os estudantes que participaram da pesquisa em Fontanella (2023) foi de construir uma versão brasileira do jogo *Catan*. Nessa variante, foram criadas algumas novas regras, como a utilização de dados diferentes do tradicional dado cúbico, além da mudança no contexto do jogo com a implementação de recursos produzidos nas cinco regiões do Brasil. Destacou-se, tanto na criação quanto na aplicação de

Pindorama, aspectos como o pensamento probabilístico dos jogadores, bem como dinâmicas de cooperação e competição propiciadas pelo jogo.

Durante a apreciação da banca avaliadora do trabalho, foi levantada a ideia de desenvolver uma continuação para a investigação, tendo como foco consequências ambientais da produção dos recursos presentes no jogo. Esta possibilidade começou a ganhar corpo a partir do desenvolvimento do projeto de pesquisa de mestrado que resultou na presente dissertação.

Inicialmente, pensou-se em alterar algumas características de *Pindorama*, trazendo para o jogo modelos matemáticos relacionados aos processos de produção dos recursos (como soja, ferro, petróleo…) e possíveis impactos ambientais dessas produções. A ideia de relacionar o jogo com modelos matemáticos emergiu da participação em uma disciplina de Modelagem na Educação Matemática, na qual foi estudada a importância da interpretação de modelos em contextos sociais, além de diversas possibilidades envolvendo a modelagem.

Nessa linha, buscou-se por modelos matemáticos que, de alguma forma, têm relação com os temas de exploração de terras e produção de recursos presentes no jogo. Realizamos buscas em sites como o Map Biomas Brasil[31] e o SEEG Brasil[32], além de artigos publicados em revistas científicas. Encontramos diversos infográficos contendo dados e informações valiosas para debates sobre as questões climáticas. O desafio principal, no entanto, foi imaginar mecânicas para o jogo que favorecessem uma integração entre o “jogar” e o “analisar/interagir com/refletir sobre” o modelo matemático.

Aqui, cabe ressaltar que os autores deste trabalho (mestrando e orientadora) não possuem qualquer tipo de especialização relacionada a design de jogos, fato que se torna relevante ao considerarmos o nível de complexidade da tarefa de criação de um jogo. A experiência dos autores com jogos é composta, principalmente, por vivências como jogadores, e eventualmente construindo determinados materiais didáticos que podem ser classificados como jogos. Contudo, a criação de um jogo de entretenimento implica diversas etapas que não conhecíamos até o desenvolvimento da presente pesquisa, como rodadas de testes, feedback de jogadores e reformulações de regras visando uma jogabilidade

[31] Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org.
[32] Disponível em: https://seeg.eco.br.

equilibrada.

Em um estágio ainda exploratório desta pesquisa de mestrado, trabalhamos em uma disciplina sobre o Método Clínico Piagetiano na Educação Matemática, ministrada pela orientadora e com a participação do mestrando como aluno. Nesta disciplina, foi proposta a realização de um estudo-piloto (Delval, 2001), que consiste em um estudo preliminar que permite testar procedimentos de pesquisa antes da produção oficial dos dados. Esta tarefa constituiu um passo importante no desenvolvimento do jogo, pois foi nesse momento que realizamos os primeiros testes envolvendo a ideia de integração de modelos matemáticos sobre questões ambientais no jogo, que ainda era muito semelhante a *Pindorama* (Fontanella, 2023).

O estudo-piloto foi realizado com quatro participantes, que jogaram uma versão de *Pindorama* que havia sido modificada com a adição de algumas cartas de consequência, que apresentavam certos modelos matemáticos. Ainda não tínhamos criado uma mecânica que integrasse de fato estes modelos à dinâmica do jogo, o que foi percebido neste estudo-piloto, tanto pelos pesquisadores, quanto pelos jogadores. Notamos que, durante essas partidas de teste, os modelos apresentados acabaram ficando em segundo plano, de modo que a análise deles não era essencial para os desdobramentos do jogo. Apesar disso, já foi possível observar algumas discussões interessantes sobre questões climáticas a partir do que foi jogado, tornando este momento de estudo preliminar valioso para a continuidade de nossa pesquisa e do desenvolvimento do jogo.

Durante este momento de construção da nova versão de Pindorama, descobrimos a existência de *Catan: O Jogo de Cartas*, que consiste em uma alternativa ao jogo original de tabuleiro. Com uma proposta de ser mais rápido e dinâmico enquanto mantém o propósito do uso de matérias-primas para o desenvolvimento de civilizações, este jogo se apresentou como uma inspiração importante para o que desenvolvemos em seguida.

Embora a simplificação oferecida pelo jogo de cartas tenha como custo algumas mecânicas de estratégia da versão original, como o posicionamento de construções com base em diferentes probabilidades, fizemos uma análise e concluímos que as cartas, com algumas adições, poderiam ser suficientes para atingir nossos objetivos. A intenção da pesquisa é investigar uma aliança de um jogo

com modelos matemáticos e os seus possíveis desdobramentos para o debate de questões ambientais. Sendo assim, fizemos a escolha de criar uma versão de cartas de *Pìndorama*, mantendo os principais elementos do jogo, mas simplificando alguns processos, tendo em vista partidas mais simples e rápidas. Contudo, como será abordado mais adiante nesta dissertação, o resultado atual de *Pindorama: Em Chamas* não é de um jogo rápido e simples como esperávamos.

Após esta definição da mudança de um jogo de tabuleiro para um de cartas, voltamos para o desafio de entrelaçar nosso jogo com modelos matemáticos. A forma que encontramos para fazer isso foi por meio da criação de mecânicas que promovessem um contato dos jogadores com os modelos, de modo que a dinâmica da partida não fosse quebrada por uma "pausa pedagógica". Ou seja, buscamos um meio de tornar esses elementos matemáticos parte da engrenagem que faz o jogo funcionar e sem transformá-los em exercícios (Skovsmose, 2000). Se isso foi ou não atingido, a interpretação do leitor após o final da dissertação poderá responder. As mecânicas desenvolvidas serão explicadas em detalhes na subseção seguinte do trabalho, na qual é apresentado o manual de regras completo do jogo.

Com todas as regras criadas e dinâmicas organizadas, a primeira versão de *Pindorama: Em Chamas* estava pronta para ser testada. Trata-se de uma etapa essencial durante a criação de um jogo, pois é nesse momento que se torna possível observar na prática o funcionamento das mecânicas desenvolvidas e o equilíbrio das regras. A primeira partida de testes foi jogada com apenas duas pessoas: o próprio pesquisador, e o participante Chico, que será apresentado posteriormente.

Alguns ajustes foram realizados após estes testes, e em seguida foram realizados os encontros nos quais os dados para esta pesquisa foram produzidos. Nesses encontros, embora eles não tenham sido considerados testes em termos de dados para a pesquisa, foram as primeiras partidas oficialmente jogadas, o que significa que também foram importantes para este movimento de observação de possíveis ajustes a serem feitos. Os participantes contribuíram com muitas ideias e sugestões para melhorias no jogo, sendo que algumas delas foram implementadas no intervalo entre os encontros realizados, e outras estão ainda sendo consideradas para futuras novas versões.

Dessa forma, é razoável considerar que a versão de *Pindorama: Em Chamas*

apresentada nesta dissertação possivelmente não será a versão definitiva do jogo. Os movimentos realizados durante o período de desenvolvimento desta pesquisa de mestrado indicam que a criação de um jogo se trata de um processo complexo, sujeito a mudanças e ao surgimento de novas ideias constantemente. Além disso, o mundo e a sociedade estão sempre em movimento, e os debates sobre as questões socioecológicas avançam e se tornam mais essenciais a cada dia, à medida que as mudanças climáticas também avançam sobre nós. Nesse sentido, novas atualizações sobre esses aspectos do jogo podem também ser necessárias.

Na subseção a seguir, é apresentado o manual de regras da versão atual de *Pindorama: Em Chamas*. Esta foi a versão que os participantes jogaram nas partidas registradas para a produção dos dados da pesquisa, com algumas pequenas mudanças nos custos de construções e outros ajustes menores realizados entre a primeira e a segunda partida.

4.1 Manual de Regras

Aqui, é apresentado o manual de regras completo do jogo *Pindorama: Em Chamas*. Tendo em vista uma boa compreensão do jogo por parte do leitor, também produzimos um vídeo[33] que complementa a leitura do manual, mostrando uma visão geral do funcionamento e curso de uma partida.

4.1.1 Resumo do jogo

O objetivo principal do jogo é ser o primeiro jogador a alcançar 8 pontos. Para isso, os jogadores devem julgar a melhor forma de construir suas civilizações em Pindorama. Cada um deve usar suas cartas, que podem ser obtidas por meio de produção ou do “caminho ecológico”, para criar suas construções e obter pontos. Os jogadores interagem entre si durante toda a partida, seja por meio de trocas de recursos, de alianças ou de consequências de escolhas individuais e/ou coletivas. Produção de recursos, construções, emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e temperatura média da superfície de Pindorama são aspectos determinantes em uma partida de Pindorama: Em Chamas.

[33] O vídeo pode ser acessado através do link https://youtu.be/aKa2vqn0JsM.

4.1.2 Preparação

Separe as cartas de construção por tipos (estrada/highway, cidade, capital, expansão, reserva indígena e agricultura familiar), criando 6 montes e coloque-os na mesa.

Separe todas as cartas de água e crie um monte com elas. Embaralhe as cartas de recurso e coloque-as na mesa, criando um monte de produção de recursos. Ao lado, crie um monte com as cartas de valores de uso. Coloque ao lado, também, a tabela de consequências, e os modelos de emissão de GEE e de temperaturas médias da superfície do planeta.

Tire 5 cartas do monte de produção de recursos e coloque-as, viradas para cima, na mesa. Essas 5 cartas formam o mercado.

Cada jogador inicia a partida com:

- 1 cidade;
- 1 estrada;
- 4 cartas de recurso (retiradas aleatoriamente do monte de produção de recursos);
- 1 tabela de custos de construção.

4.1.3 Curso do jogo

O jogador que sortear o número mais alto no dado d10[34] começa a partida. No seu turno, o jogador pode realizar as seguintes ações (na ordem):

1. Negociar recursos: com o mercado, com outro jogador, ou com o monte de produção. (a quantidade de recursos que podem ser negociados depende da quantidade de estradas que o jogador possui);
2. Construir: pagar o preço indicado e colocar à sua frente a carta que representa a construção realizada. Obs: a água é um recurso comum a todos os jogadores, e o jogador sempre poderá utilizar a quantidade de cartas de água que desejar para suas construções, contanto que haja cartas disponíveis no monte de cartas de água. Uma vez usada, uma carta de água não pode ser reutilizada.

[34] Um dado de 10 lados em formato de trapezoide pentagonal. Frequentemente utilizado em jogos de RPG (role-playing game).

3. Produzir: pegar cartas do monte de recursos ou do monte do “caminho ecológico”.

4.1.4 Negociação

No início do seu turno, o jogador pode negociar recursos, tendo três opções para isso:

- Negociar com o mercado: troca uma de suas cartas de recurso por uma das cartas do mercado à sua escolha;
- Negociar com o monte de produção de recursos: descarta uma carta de recurso e compra uma nova do monte de produção de recursos.
- Negociar com outros jogadores: pode oferecer recursos em troca de outros com os demais jogadores, de acordo com as quantidades permitidas.

O número de cartas que podem ser negociadas está relacionado ao número de estradas que o jogador possui. Se não tiver nenhuma estrada, só pode trocar 1 carta e só pode trocar com o monte de produção de recursos. Se tiver 1 ou mais estradas, pode trocar um número igual de cartas, e pode escolher qualquer um dos três tipos de negociação.

Observação: se for realizar 2 ou mais trocas, o jogador pode escolher tipos de negociação diferentes.

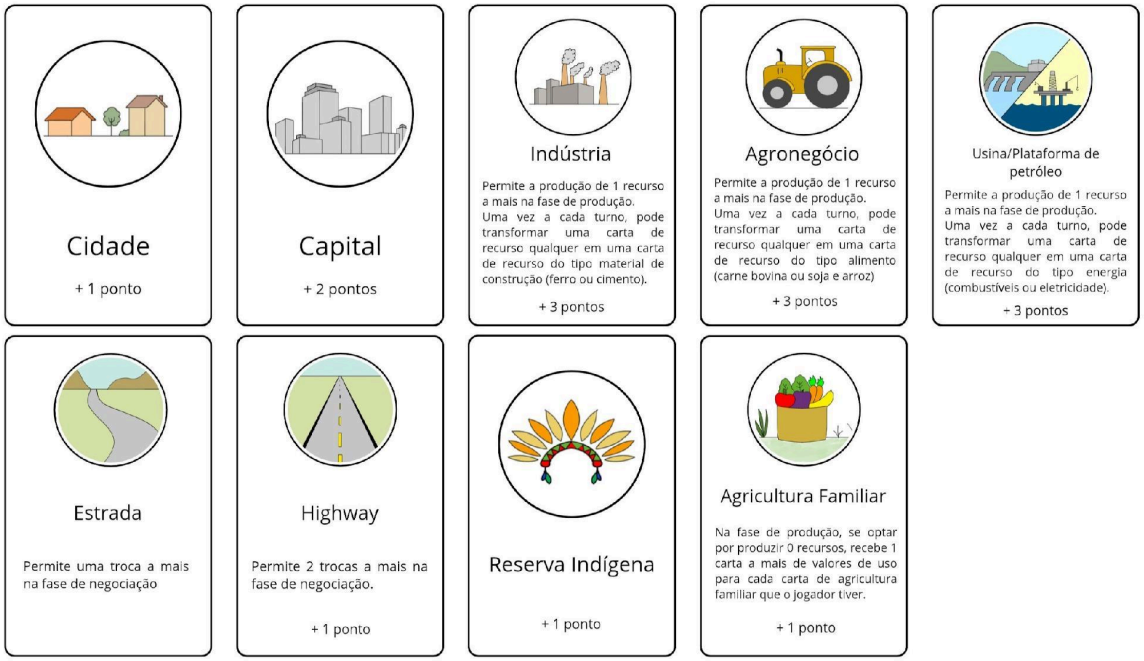
4.1.5 Construção

Após a fase da negociação, inicia-se a fase da construção. Para construir, o jogador deve descartar no monte apropriado os recursos que correspondem ao custo da respectiva construção, e colocar a carta que indica a construção à sua frente.

- Cidade: vale 1 ponto. Construir uma cidade custa 1 carta de energia, 1 de alimentos e 1 de materiais de construção.
- Capital: vale 2 pontos. Construir uma capital custa 1 carta de energia, 1 de alimentos e 2 de materiais de construção e 1 de água.
- Expansão da capital: vale 3 pontos. Custa 2 cartas de materiais de construção e 1 de energia e 1 de água. Há 3 tipos de expansão, e o jogador pode escolher a que deseja construir:

    - Indústria: permite a produção de 1 recurso a mais na fase de produção. Além disso, permite que, uma vez a cada turno, transforme uma carta de recurso qualquer em uma carta de recurso do tipo materiais de construção (ferro ou cimento).
    - Agronegócio: permite a produção de 1 recurso a mais na fase de produção. Além disso, permite que, uma vez a cada turno, transforme uma carta de recurso qualquer em uma carta de recurso do tipo alimento (carne bovina ou soja e arroz).
    - Usina/Plataforma de petróleo: permite a produção de 1 recurso a mais na fase de produção. Além disso, permite que, uma vez a cada turno, transforme uma carta de recurso qualquer em uma carta de recurso do tipo energia (combustíveis ou eletricidade).
- Estrada: Custa 1 carta de materiais de construção e 1 de energia. Cada estrada construída permite uma troca a mais na fase de negociação.
    - Highway: Vale 1 ponto. Cada 2 estradas que o jogador constrói se transformam automaticamente em uma highway, que permite 2 trocas ao invés de uma.
- Reserva indígena: vale 1 ponto. Custa 4 cartas de valores de uso.
- Agricultura familiar: vale 1 ponto. Custa 3 cartas de valores de uso e 1 de água. Na fase de produção, se optar por produzir 0 recursos, recebe 1 carta a mais de valores de uso para cada carta de agricultura familiar que o jogador tiver. Cada jogador pode ter no máximo 2 cartas de agricultura familiar.

Figura 1 - Cartas que representam as construções.



Fonte: Acervo dos autores.

4.1.6 Produção

Na fase de produção, o jogador escolhe se deseja ou não produzir recursos. Inicialmente, cada jogador pode produzir 1 recurso, mas essa quantidade pode aumentar a partir da construção de expansões da capital. Se optar por produzir, retira uma carta aleatoriamente do monte de produção de recursos. Se optar por não produzir, recebe uma carta de valores de uso.

Há 3 tipos de recursos que podem ser produzidos:

- Energia: Combustíveis; Eletricidade
- Alimentos: Carne bovina; Arroz e Soja
- Materiais de construção: Ferro; Cimento

A produção dos recursos está atrelada a um sistema econômico que não é amigável com o meio ambiente de Pindorama. Sendo assim, a produção e utilização desses recursos pode gerar consequências ambientais.

Alternativamente, os jogadores podem seguir um “caminho ecológico, utilizando cartas de valores de uso, que são bens necessários para a satisfação de necessidades humanas. Nesse contexto, em que tais bens não são utilizados com base em uma lógica de produção e acumulação de riquezas, os impactos ambientais

são minimizados. Desse modo, as cartas de valores de uso não são contabilizadas nas mecânicas de emissão de GEE e de temperatura média de Pindorama.

A água é um recurso que não está no monte de produção, sendo comum e disponível a todos os jogadores desde o início da partida. É o único recurso que não entra na contagem de consequências, pois a possível falta de água já é a própria consequência.

Figura 2 - Cartas que representam os recursos.



Fonte: Acervo dos autores.

Se o monte de produção de recursos se esgotar durante a partida, embaralhe as cartas do monte de descarte e crie um novo monte de recursos. Importante: as cartas de água usadas não serão reutilizáveis.

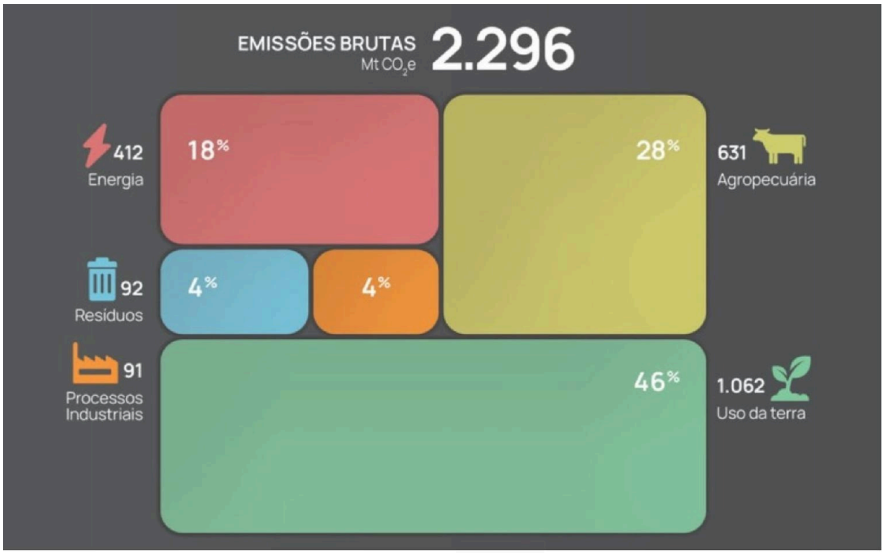
Ao finalizar o turno, o jogador passa a vez para o próximo.

4.1.7 Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)

Assim como acontece na realidade do planeta Terra, a exploração do ambiente para a produção de recursos em Pindorama traz consequências. Quando recursos são produzidos e/ou utilizados em construções, o jogador que produziu

deve posicionar um marcador para cada recurso produzido/utilizado no tipo de recurso correspondente no infográfico abaixo.

Figura 3 - Infográfico de emissões brutas de GEE no Brasil.





Energia	1, 2
Agropec.	3, 4, 5
Terra	6, 7, 8, 9
Indústria	10

Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

Exemplo: o jogador A produziu 3 recursos: 2 arroz e soja e 1 ferro. Nesse caso, ele deve posicionar 2 marcadores em “Uso de terra” e 1 marcador em “Processos Industriais”. Já o jogador B produziu 1 carne bovina e 1 combustível, e construiu uma capital. Portanto, ele deve posicionar 1 marcador em “Agropecuária” e 1 em “Energia” pela produção dos recursos e mais 2 em “Energia” e 2 em “Processos Industriais” pela construção da capital.

Cada jogador que produz/constrói faz as marcações em seu turno e, ao final da rodada, com os marcadores de todos os jogadores posicionados, ocorre a definição das consequências da rodada. A quantidade de consequências que devem ser definidas é dada da seguinte forma:

$$Q = \left\lfloor \frac{m}{j} \right\rfloor$$

onde Q é a quantidade de vezes que deve ocorrer a definição de consequências, m é a quantidade de marcadores posicionados ao final da rodada e j é a quantidade de jogadores. O símbolo dentro do qual a fração está inserida significa “parte inteira”. Ou seja, o resultado deve sempre ser a parte inteira da divisão de m por j.

Exemplo: em uma partida com 4 jogadores, ao final de uma rodada, foram posicionados 9 marcadores. Nesse caso, a quantidade de vezes que deve haver definição de consequências é a parte inteira da divisão de 9 por 4. Como $\frac{9}{4} = 2,25$, a parte inteira é 2.

Observação: se um jogador possui uma expansão de capital e utiliza o seu efeito para transformar um recurso produzido em um de outro tipo, ele deve posicionar um marcador apenas no tipo de recurso que foi transformado. Por exemplo, se ele produz uma carta de eletricidade e usa o efeito da expansão Agronegócio para transformar essa carta em uma de carne bovina, ele deve posicionar um marcador em Agropecuária.

4.1.8 Definição das consequências

Ao final de cada rodada, após todos os jogadores terem posicionado os marcadores em seus respectivos turnos, ocorre a definição das consequências da rodada.

Observação: uma rodada é contabilizada quando todos os jogadores finalizam 1 turno.

Para determinar qual consequência será ativada, deve-se observar os infográficos das emissões de GEE para cada tipo de atividade específica. Para isso, um dos jogadores lança o dado d10 e compara o número sorteado com a tabela ao lado do Infográfico 1. Se o número sorteado corresponder a um tipo de recurso marcado, uma consequência ambiental relativa à produção/uso desse recurso é ativada. Se o número corresponder a um tipo de recurso que não está marcado (não houve produção/uso desse tipo de recurso na rodada), então não há consequências.

Em seguida, deve-se observar o infográfico específico referente ao tipo de atividade sorteado (Uso da terra; Agropecuária; Energia; Processos industriais).

Novamente, um dos jogadores lança o dado d10, e o resultado obtido indicará qual consequência será ativada.

Figura 4 - Infográficos de emissões específicos para diferentes atividades.



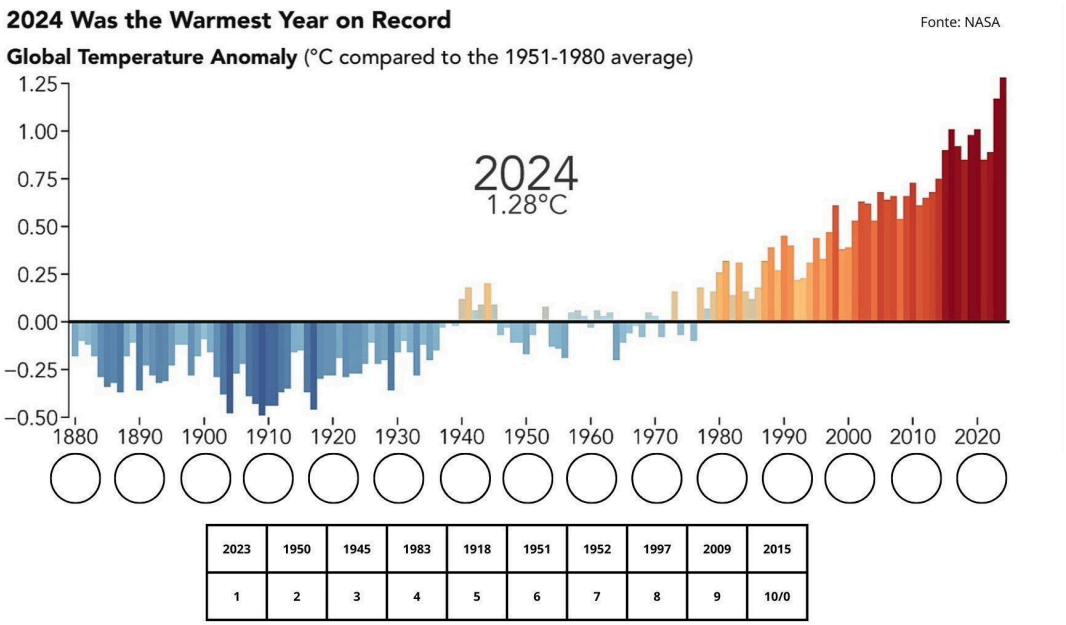
Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

Importante: este processo de sorteio do tipo de recurso seguido do sorteio da consequência deve ser feito Q vezes, como explicado acima.

4.1.9 Temperatura média da superfície de Pindorama

Uma vez a cada 3 rodadas, é realizada uma Conferência das Partes, na qual todos os jogadores discutem a mudança de temperatura média da superfície de Pindorama.

Figura 5 - Gráfico sobre a temperatura média da superfície da Terra.



Fonte: Adaptado da NASA, acessado em 31/05/2025 – https://science.nasa.gov/earth/measuring_global_temperature/.

O jogo inicia com o marcador no ano de 1900. As consequências da produção/uso de recursos determina o movimento do marcador que indica como está a temperatura média de Pindorama. Cada ano tem a sua temperatura média representada no gráfico. Se nenhum recurso for produzido durante duas rodadas, o marcador é movido para a esquerda.

Durante a Conferência das Partes, um dado d10 é lançado, e o número sorteado indica um ano, conforme a tabela. A temperatura média do ano sorteado deve ser comparada com a temperatura média do ano marcado na tabela vermelha (usar o gráfico para a comparação). Caso a temperatura média do ano marcado no tabuleiro seja menor do que a do ano sorteado, nada acontece. Caso seja maior, é ativada uma consequência global. A ativação dessas consequências globais deve seguir a ordem indicada abaixo. Caso todas as consequências sejam ativadas, a partida é encerrada.

1. Aumento das chuvas e das enchentes: cada jogador tem uma de suas estradas destruída (devolve a carta ao monte). Se um jogador tiver apenas Highways, uma delas é transformada de volta a uma estrada comum.
2. Elevação do nível dos mares: cada jogador tem uma de suas cidades destruídas (devolve a carta ao monte).
3. Desertificação: cada jogador deve descartar todas as suas cartas de recurso. A água restante no monte de água é reduzida pela metade.
4. Aumento de casos de doenças e crises alimentares: cada jogador tem uma capital destruída. Se não tiver capital, perde uma cidade e uma estrada.
5. Calor extremo: Pindorama inabitável. A partida é encerrada, e não há vencedores.

4.1.10 Fim da partida

Há 3 fins possíveis para uma partida:

- No turno em que um jogador alcança 8 pontos ou mais. Este jogador é o vencedor;
- Quando todas as consequências globais estiverem ativadas. Não há vencedores.
- Quando todas as cartas de água forem utilizadas. A água de Pindorama termina e a partida é encerrada sem vencedores.

Neste capítulo, foram descritas as etapas realizadas pelos pesquisadores na criação do jogo *Pindorama: Em Chamas*, bem como todas as regras elaboradas. No capítulo seguinte, será apresentada a metodologia da pesquisa, detalhando os procedimentos de produção e análise dos dados dos encontros com participantes. Também serão retomados o objetivo do estudo e a pergunta de pesquisa.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesta seção, descrevemos os objetivos e a pergunta diretriz que guia o estudo. Na sequência, apresentamos os procedimentos metodológicos tomados para a pesquisa.

5.1 Objetivo e pergunta de pesquisa

O objetivo da pesquisa é identificar de que forma o jogo *Pindorama: Em Chamas* pode proporcionar um olhar crítico dos participantes com relação a questões ambientais e a emergência climática. Trata-se do estudo de um jogo de cartas que foi desenvolvido a partir de mecânicas pensadas para o entretenimento, mas também com uma ideia de inserção de elementos geradores de reflexões, como modelos relacionados a questões climáticas.

Diante disso, pode-se formular a pergunta de pesquisa da seguinte maneira: “De que forma a participação em um entrelaçamento de Jogos e Análise de Modelos pode contribuir para o desenvolvimento de uma consciência socioecológica?”.

5.2 Abordagem Metodológica

É perceptível, a partir do objetivo estabelecido, que nosso estudo segue um caminho acompanhado por incertezas e subjetividades. O caráter particularmente humano daquilo que buscamos nessa investigação implica uma abordagem metodológica que reconheça essas características. Nesse sentido, tomamos uma perspectiva que se opõe ao “[...] pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, baseado no modelo de estudo das ciências da natureza”, afirmando que “[...] as ciências sociais têm sua especificidade, que pressupõe uma metodologia própria” (Goldenberg, 2004, p. 16-17).

A proposta desta pesquisa é de um estudo qualitativo, pois há um interesse particular nos processos realizados pelos participantes, buscando-se principalmente “a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos participantes da investigação” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 16). Nessa direção, pretendemos conhecer as potencialidades de um entrelaçamento de jogos com Análise de Modelos (Javaroni; Soares, 2012) por meio das perspectivas e das contribuições de

adolescentes e adultos.

A pesquisa qualitativa é ampla e diversa, não havendo procedimentos fixos para a sua realização. Apesar disso, Bogdan e Biklen (1994) destacam algumas características desse tipo de investigação, como a fonte principal dos dados ser o ambiente natural, havendo uma preocupação com o contexto. Também, os dados produzidos são palavras ou imagens descritivas, além do fato de o interesse maior do pesquisador estar no processo e não nos resultados.

Com relação aos procedimentos na pesquisa qualitativa, Borba, Almeida e Gracias (2019) destacam que eles “[...] envolvem as entrevistas, as observações de campo, as filmagens, as anotações em cadernos de campo, entre outros”. Além disso, complementam afirmando que “esses procedimentos, juntamente com a visão de conhecimento que enfatiza dimensões subjetivas e objetivas do conhecimento, compõem a metodologia de pesquisa” (Borba; Almeida; Gracias, 2019, p. 44). Sendo assim, percebe-se a importância da harmonia entre a escolha dos procedimentos e a visão de conhecimento dos pesquisadores. Ainda, nessa linha, Lüdke e André (2018, p. 5) ressaltam que o trabalho do pesquisador “[...] vem carregado e comprometido com todas as peculiaridades do pesquisador, inclusive e principalmente com as suas definições políticas”

Ao considerar estes aspectos, definimos os procedimentos para o nosso estudo, visando o objetivo estabelecido. Optamos por uma pesquisa qualitativa interpretativa, de natureza interventiva. Na literatura, a pesquisa de intervenção didática (ou pesquisa de design / design experiment) é uma abordagem pertinente, pois o pesquisador cria uma situação planejada, aqui o jogo articulado à Análise de Modelos, e busca observar seus efeitos formativos (Cobb *et al.*, 2003; Gravemeijer; Cobb, 2006). “[...] As pesquisas de design implicam tanto a “engenharia” de formas específicas de aprendizagem como o estudo sistemático dessas formas de aprendizagem dentro do contexto definido pelos meios que as suportam” (Cobb et al., 2003, p. 9, tradução nossa[35]). Nesse sentido, a produção dos dados da pesquisa é inspirada nesta metodologia.

Sendo assim, propusemos a realização de encontros presenciais entre o pesquisador e os participantes da pesquisa, convidados a jogar, refletir e debater

---

[35] [...] Design experiments entail both "engineering" particular forms of learning and systematically studying those forms of learning within the context defined by the means of supporting them.

sobre o jogo *Pindorama: Em Chamas*. A prática foi realizada em dois encontros, com duração de aproximadamente 3 horas cada, e com a participação 4 adultos no primeiro encontro, e 1 adolescente somado aos mesmos 4 adultos participando do segundo encontro.

Goldenberg (2004, p. 53) aponta que “os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos”. Desse modo, buscamos conhecer as percepções desses participantes. O local para a produção dos dados foi um ambiente com uma mesa na qual é possível jogar um jogo de cartas.

A pesquisa foi desenvolvida com estes adultos e com o adolescente pois estes apresentaram interesse e disposição para participar dos encontros. O contato com estes participantes foi feito por meio de redes sociais (WhatsApp) e abordagem presencial, por se tratarem de pessoas com relação de fácil acesso com o pesquisador. Os participantes adultos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C), enquanto o adolescente assinou o Termo de Assentimento (Apêndice A) e os seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Responsáveis (Apêndice B).

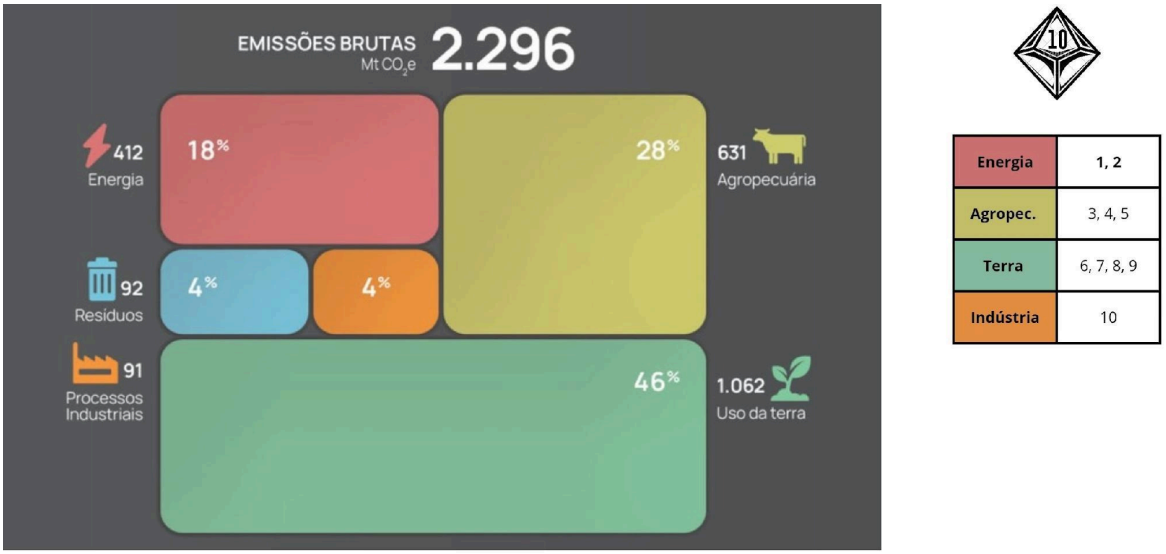
A produção dos dados ocorreu nos encontros, nos quais os participantes foram convidados a jogar algumas partidas de *Pindorama: Em Chamas*, discutindo ideias e estratégias envolvidas no jogo. Durante e após as partidas, também ocorreram momentos de conversa livre entre os participantes e o pesquisador, para discutir percepções sobre o jogo, pensamentos mobilizados na atividade e sugestões para mudanças e/ou melhorias na jogabilidade.

Pindorama: Em Chamas é um jogo de cartas criado pelos autores deste projeto com base em Catan, um jogo de estratégia e gestão de recursos. O manual de regras completo do jogo encontra-se na subseção 4.1 deste trabalho, mas retomamos aqui alguns aspectos principais do jogo.

O jogo propõe como objetivo principal aos seus jogadores ser o primeiro a alcançar 8 pontos. Para isso, os jogadores devem julgar a melhor forma de construir suas civilizações em Pindorama, uma terra fictícia inspirada no Brasil. Cada um deve usar suas cartas, que podem ser obtidas por meio de produção ou do “caminho ecológico”, para criar suas construções e obter pontos. Os jogadores interagem entre si durante toda a partida, seja por meio de trocas de recursos, de alianças ou

de consequências de escolhas individuais e/ou coletivas. A partir de mecânicas que foram pensadas e implementadas no jogo de modo que seja possível uma análise de modelos matemáticos por parte dos jogadores enquanto jogam, procura-se identificar o potencial que o jogo apresenta como um meio para o debate de questões importantes da realidade e que têm relação com matemática. Os modelos que fazem parte do jogo estão relacionados à emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil (GEE) e à temperatura média da superfície do planeta.

Figura 6 - Modelo, presente no jogo, sobre emissões de GEE no Brasil.



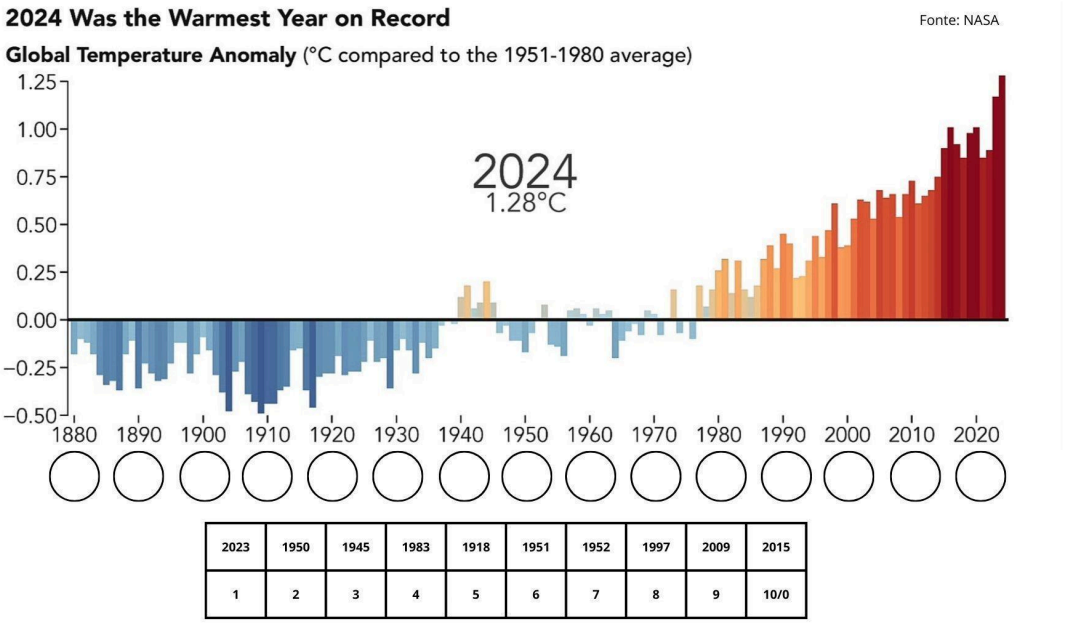
Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

Uma partida pode ser jogada entre três ou quatro pessoas, e o curso do jogo é organizado em rodadas, nas quais cada jogador possui um turno para realizar suas ações. Cada jogador, em seu turno, pode realizar três ações principais: negociar recursos, construir e produzir. A negociação pode acontecer com o mercado (cinco cartas de recursos, disponíveis a todos para trocas), com o monte de produção de recursos (aleatório) ou com os demais jogadores. Na fase de construção, o jogador pode usar as cartas de recursos que possui para criar construções: há vários tipos de construção, e cada uma fornece algum tipo de benefício ao jogador. Já na fase de produção, é dada a escolha de produzir ou não recursos. Se produzir, pesca uma carta do monte de produção de recursos, e coloca a possibilidade de consequências ambientais. Se optar por não produzir, tomando

um caminho mais ecológico, recebe uma carta de valores de uso, que são os bens necessários para a satisfação de necessidades humanas (Löwy, 2021).

Tanto a produção de recursos quanto a utilização deles para construções podem ter consequências ambientais em Pindorama. Essas consequências podem envolver o aumento da temperatura média da superfície, podendo chegar a causar tragédias climáticas que interferem no curso da partida.

Figura 7 - Modelo, presente no jogo, sobre a temperatura média da superfície do planeta.



Fonte: Adaptado de NASA, acessado em 31/05/2025 – https://science.nasa.gov/earth/measuring_global_temperature/.

As três partidas jogadas pelos participantes foram registradas em vídeo com áudio dos diálogos e imagens das jogadas. Para a análise dos dados qualitativos produzidos, tomamos como base a Análise de episódios (Cobb; Whitenack, 1996), que se caracteriza por recortes de momentos significativos dos encontros em que os estudantes mobilizam conceitos matemáticos, argumentam ou estabelecem conexões entre jogo, modelos e realidade socioambiental.

Com relação às noções dos participantes sobre questões ambientais e de sustentabilidade, buscamos observar discussões sobre o tema, durante as partidas realizadas, que emergiram a partir do jogo e das ações dos jogadores sobre ele. Como forma de aprofundar nossa compreensão sobre as percepções de cada

jogador a respeito dessas questões, também foram feitos três questionamentos aos participantes, em um momento pós-jogo:

1. Você vê potencial no jogo para debater questões ecológicas? Se sim, de que forma?
2. Houve alguma situação durante as partidas que fez você refletir sobre questões relacionadas à crise climática?
3. Nas decisões de jogo (estratégias), você levou em conta algum tipo de pensamento coletivo visando a sustentabilidade, ou focou na produção e em ganhar pontos?

As respostas foram enviadas ao pesquisador por meio de áudios e mensagens de texto.

Destacamos, ainda, que esta pesquisa segue todas as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos previstas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) na Resolução 466/12.[36]

Neste capítulo, foi descrita a abordagem metodológica de nossa pesquisa, destacando-se o objetivo, a pergunta diretriz e os procedimentos tomados para a produção e análise dos dados. Na sequência da dissertação, apresentamos e analisamos os dados, dialogando nossas percepções com os referenciais teóricos.

[36] Disponível em: https://www.ufrgs.br/cep/wp-content/uploads/2024/06/Resolucao_466.pdf

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nossos dados, apresentados e analisados neste capítulo, são provenientes de três partidas do jogo *Pindorama: Em Chamas*. Trata-se de um jogo de cartas caracterizado pela criação de civilizações e a gestão de recursos por parte de seus jogadores. As partidas foram realizadas em dois encontros com a participação de quatro adultos e um adolescente de 14 anos de idade, e foram registradas por meio de gravações de vídeo. Foram observados aspectos relacionados ao pensamento lógico e estratégico dos participantes, reflexões e discussões sobre questões ambientais, bem como levantamento de sugestões e possibilidades de mudanças na estrutura do jogo.

A primeira partida ocorreu em um encontro com duração de aproximadamente duas horas, e teve quatro participantes: três deles são professores e estudantes do Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática e uma é estudante de graduação do curso de Farmácia. As outras duas partidas ocorreram em um segundo encontro, com duração de aproximadamente três horas, contando com os mesmos quatro participantes do primeiro encontro, com a adição de um novo participante adolescente de 14 anos de idade.

A escolha por estes participantes não foi aleatória, estando relacionada a fatores como o fácil acesso e comunicação entre eles, bem como a possibilidade de contribuições por se tratarem de pessoas interessadas para discutir e opinar sobre mecânicas e aspectos matemáticos do jogo proposto. A compreensão de um jogo a partir do sistema de regras que o estruturam, depende, dentre outros fatores, “do nível de desenvolvimento cognitivo do sujeito para que aprenda o jogo, ou seja, assimile as regras propostas e seus significados em termos de possibilidades de construção de pensamento criativo” (Muniz, 2022, p. 21). Este fato também foi considerado na escolha dos participantes. Para nos referirmos a estes participantes

utilizamos pseudônimos escolhidos por eles, fazendo referências a Chico Mendes[37], Greta Thunberg[38], Sebastião Salgado[39], Ursula Le Guin[40] e Umavezildo[41].

A escolha desses pseudônimos não representou apenas um procedimento formal de preservação do anonimato, mas constituiu um gesto simbólico ligado ao tema ambiental que conduz o jogo e esta pesquisa. Ao optarem por nomes de personalidades históricas, que estão relacionados ao meio ambiente e/ou a lutas sociais, os participantes indicam uma sensibilidade com o tema e um reconhecimento da importância dessas personalidades. Além disso, para alguns dos participantes, o nome escolhido reflete a personalidade do jogador durante as partidas, como no caso de Greta, que sempre tomou decisões sustentáveis no jogo, e de Umavezildo que, na maioria das vezes, fez exatamente o oposto.

Antes das partidas selecionadas para esta análise, foi realizado um estudo piloto com o jogo, onde realizamos testes e simulações com o instrumento de investigação. As três partidas aqui analisadas correspondem às primeiras sessões oficiais conduzidas com participantes externos à pesquisa, o que permite tanto a observação de seus desdobramentos quanto a reflexão sobre o próprio jogo, em consonância com os objetivos do estudo. Destaca-se que o jogo discutido neste trabalho apresenta potencial para ser utilizado também em sala de aula, a depender de adaptações e ajustes.

Para a análise dos dados, focamos nossa lente em recortes significativos dos encontros, nos quais os participantes mobilizaram noções matemáticas, debateram sobre as regras e suas implicações no jogo que estava sendo jogado, estabeleceram conexões entre os modelos disponibilizados, jogo e realidade, e debateram questões socioecológicas. Foram realizadas transcrições dos áudios gravados nos encontros, e posteriormente foram destacados trechos de diálogo que consideramos pertinentes. Nesse movimento analítico, o material empírico foi

---

[37] Chico Mendes (1944-1988) foi ativista ambiental brasileiro, seringueiro, e símbolo da luta pela preservação da Amazônia. Foi assassinado por donos de terras contrários a sua luta.
[38] Greta Thunberg (2003) é ativista ambiental sueca, conhecida mundialmente por sua luta contra as mudanças climáticas e a favor da justiça ambiental. Também é uma ativista pró-palestina.
[39] Sebastião Salgado (1944-2025) foi fotógrafo e ativista brasileiro, conhecido por retratar, em suas fotografias, questões sociais e ambientais. Fundou, com sua esposa Lélia Wanick Salgado, o Instituto Terra, um centro de recuperação ambiental em MG.
[40] Ursula Le Guin (1929-2018) foi escritora estadunidense, conhecida por criar obras de ficção envolvendo temas sociais complexos. O seu livro *Floresta é o nome do mundo* aborda questões ambientais em um mundo fictício.
[41] Umavezildo é um personagem fictício do livro e filme “O Lorax”. É uma representação da ganância corporativa e do capitalismo desenfreado.

organizado em categorias, constituindo a base para o desenvolvimento da análise e da discussão dos resultados.

A primeira categoria foi construída a partir da observação de momentos em que houve assimilação da estrutura lógica do jogo, por parte dos participantes, bem como discussões sobre as regras e possíveis mudanças. Esse primeiro eixo analítico emergiu somente após a realização dos encontros, pois não esperávamos um volume tão considerável de debates sobre as regras do jogo. Já a segunda categoria foi pensada para analisarmos situações nas quais os participantes apresentaram desenvolvimento de estratégias, pensamentos lógicos e/ou interações com os modelos matemáticos envolvidos durante o jogo. Estas situações constituem ações importantes para a nossa pesquisa, tendo em vista o objetivo de compreender de que forma esse entrelaçamento de jogos e modelos pode se tornar uma possibilidade para aprendizagens. A terceira categoria, por sua vez, foi elaborada para revelar especificamente as discussões sobre temas ambientais, emergência climática e questões socioecológicas, levantadas durante os encontros pelos participantes que jogaram *Pindorama: Em Chamas.*

A partir do processo de organização e sistematização do material empírico produzido na pesquisa, as categorias de análise constituídas buscam orientar a compreensão do fenômeno investigado. Nesse sentido, na sequência são apresentadas e discutidas as três categorias analíticas elaboradas neste estudo, as quais emergiram do movimento interpretativo realizado sobre os dados produzidos ao longo da investigação.

6.1 Assimilação da estrutura lógica e discussões sobre as regras do jogo

A estrutura e as regras do jogo analisado foram construídas pelo pesquisador. A partir das ações dos participantes, isto é, ao jogarem, estes têm a oportunidade de, segundo Muniz (2022), construírem proposições e se engajarem em processo de socialização e de validação.

Muniz (2022) afirma que todo e qualquer jogo é pautado, estruturado e proposto a partir de um sistema de regras que “define as possibilidades de ações físico-cognitivas, que delimita o campo de atuação de pensamento e posturas éticas, de meios de trocas entre os participantes, da definição de objetivos e recursos

disponíveis” (p. 20). Nesse entendimento, pudemos observar manifestações dos participantes enquanto jogavam, na medida em que eles atuavam sobre o sistema de regras, tanto jogando, quanto refletindo e argumentando sobre ele.

Esses momentos de assimilação e atuação sobre o sistema de regras também são acompanhados de aprendizagem por parte dos jogadores, mesmo não havendo necessariamente uma relação direta com conceitos matemáticos.

> Uma criança que consegue compreender um sistema complexo de regras e agir intelectualmente sobre ele, elaborando estratégias de ação, realização de antecipações apoiadas em levantamento de hipóteses, ser criativa e crítica em suas jogadas e de seus adversários, interpretar o possível pensamento do adversário por meio das ações observadas, rever pensamentos e realizar processos autorregulativos, está a desenvolver estruturas mentais, que indireta e inconscientemente, serão fundamentais para a estruturação de um pensamento abstrato e lógico fundamental para as aprendizagens matemáticas na escola e fora dela, sobretudo no campo profissional e científico (Muniz, 2022, p. 21).

Entendemos que, ao utilizar o termo “criança”, o autor se refere ao “ser que joga”, que também pode ser asolescente ou adulto. Nesse sentido, identificamos algumas dessas ações intelectuais por parte dos seres que jogaram *Pindorama: Em Chamas*, tanto em suas jogadas, quanto em falas nas quais discutem diretamente as regras do jogo.

Uma mecânica que gerou debates em diversos momentos durante as partidas observadas é a da ordem das ações no turno do jogador. O sistema determinado pelas regras do jogo coloca que, em seu turno, o jogador pode realizar três ações: trocar, construir e produzir, necessariamente nesta sequência. 1) a troca é uma oportunidade de negociação de recursos que o jogador já possui; 2) a construção é o momento em que o jogador usa os seus recursos para “comprar” as construções, que geram pontos ou algum outro tipo de benefício (cidades, capitais, estradas…); 3) a produção é quando o jogador escolhe a exploração para obter um recurso, retirando uma carta aleatoriamente do monte de produção. Contudo, a lógica desta ordem foi problematizada por um dos jogadores, conforme evidencia-se nos diálogos a seguir, ocorridos durante uma partida.

> *Sebastião: Calma. Tá. Mas a questão da Greta é assim, ó. Uma troca, não importa se for com o mercado ou com outra pessoa, é uma troca só, né? E além de uma troca eu posso fazer uma ação que é construir alguma coisa?*
> *Ursula: Pode! Se for depois da troca. Não pode construir e depois trocar…*

> *Sebastião: Pois é, aí é uma outra questão. A ordem influencia? Sim ou não? Tem que ser na ordem?*
> *Ursula: Sim.*
> Pesquisador: Sim.
> *Sebastião: Se eu fizer uma construção, eu não posso fazer uma troca depois?*
> Pesquisador: Não.
> *Sebastião: Tá bom.*
> *Greta: Mas eu posso fazer uma construção e não fazer uma troca depois.*
> Pesquisador: Pode. Se tu não for fazer nenhuma troca, pode.
> *Sebastião: Beleza.*

Em um primeiro momento, Sebastião demonstra apenas estar tentando compreender a lógica da regra. É importante que, antes de jogar, os jogadores se apropriem do sistema de regras do jogo. Essa apropriação implica, segundo Muniz (2022) em "um sujeito cognitivamente ativo, pois a assimilação das lógicas de cada regra requer uma elaboração mental do aprendiz" (p. 21). Na sequência, porém, Sebastião questiona este sistema, argumentando que, em sua visão, a sequência das ações no jogo deveria fazer parte da estratégia do jogador. Após produzir um recurso, o participante questiona:

> *Sebastião: Ai, posso fazer troca? Produzir?*
> *Ursula: Não, troca antes. É troca, construção, produção.*
> Pesquisador: Mas tu construiu alguma coisa?
> *Sebastião: Eu produzi.*
> *Ursula: É a última coisa. Então você errou.*
> *Sebastião: Mas isso que não faz sentido. Tipo assim, eu produzi, eu tenho direito a duas trocas. Eu produzi uma coisa e agora…*
> Pesquisador: É que a produção era para ser a última etapa da tua rodada.
> *Sebastião: Mas é que assim, ó. Por que que a gente lutou por isso daqui?* [mostrando a carta de estrada] *Para ter o direito de fazer duas trocas. Eu acho que faz parte da inteligência de alguém fazer troca antes ou depois. Por que a ordem influencia?*
> Pesquisador: Faz parte da dificuldade do jogo. Tu tem que negociar primeiro os recursos que tu tem ali e aí depois tu produz e vê o que tira.
> *Ursula e Greta: É.*
> *Sebastião: E a produção, tipo, não faz parte da minha minha negociação?*
> *Ursula: Tu produziu. Na próxima rodada tu pode trocar essas duas.*
> Pesquisador: Ela faz parte na próxima rodada daí.
> *Sebastião: Tá!* [risada].

Para que uma atividade seja considerada jogo, é necessário que ela tenha regras (Muniz, 2023). Ou seja, todo jogo possui um sistema de leis que o rege, com o qual os jogadores concordam ao jogar. Embora Sebastião tenha compreendido e aceitado jogar sob as regras estabelecidas, os questionamentos que ele coloca são relevantes e põem em pauta uma reflexão sobre o porquê da regra ter sido criada dessa forma, e não de uma outra que dê mais liberdade para a estratégia do jogador. Esta percepção também dialoga com o argumento de Kamii e DeVries

(1991, p. 282) ao afirmar que “a elaboração de regras estimula tanto o desenvolvimento social quanto o intelectual”. Nessa ocasião, a ação de Sebastião sobre as regras indica um movimento intelectual, quando ele pensa em uma regra que faz sentido com base no seu raciocínio lógico, além de uma interação social ao propor, com argumentos, essa regra aos demais jogadores.

De fato, uma outra dinâmica interessante poderia existir a partir da lógica proposta por Sebastião, o que reforça um posicionamento crítico do participante com relação à estrutura de regras estabelecida. No entanto, os demais jogadores também se posicionam no debate, mostrando que compreenderam o funcionamento e a lógica da regra, e rechaçando as propostas de mudança argumentadas por Sebastião. Grando (2004, p. 23) destaca que “[...] no jogo de regras existe a obrigação do cumprimento destas que são impostas pelo grupo, sendo que a violação de tais regras representa o fim do jogo social”. Diante disso, Sebastião aceitou o que foi determinado pelo grupo, já que uma atitude contrária de sua parte resultaria no fim do jogo.

Outra mecânica que gerou algumas situações de debate é a do caminho ecológico. Quando um jogador faz a escolha de não produzir recursos, ele recebe uma carta de valores de uso, e posteriormente pode trocar estas cartas por agriculturas familiares ou reservas indígenas. Cada carta de agricultura familiar permite, a cada rodada, a obtenção de uma carta extra de valores de uso, caso o jogador opte por não produzir recursos.

Na primeira partida, os jogadores perceberam que, da forma como as regras estavam definidas, o caminho ecológico poderia levar a uma vitória muito simples e rápida, por se tratar de “*uma linha reta*”, como observado por Ursula. A partir da construção de agriculturas familiares, a produção dos valores de uso se tornava exponencialmente mais rápida a cada rodada. Sendo assim, foi identificada uma necessidade de mudança no balanceamento desta mecânica. Foi pensada, então, a criação de uma regra que coloca um desafio a mais no caminho ecológico, permitindo a construção de apenas duas agriculturas familiares por cada jogador. O diálogo a seguir, entre os jogadores e com participação do pesquisador, mostra um momento, durante a segunda partida, de assimilação das novas regras, que foram alteradas entre o primeiro e o segundo encontro.

> *Sebastião: Tá. E daí só para relembrar de novo. Só para relembrar de novo. Então ele só pode ter… ele só pode fazer dois acúmulos de valores de uso?*
> *Greta: De agricultura familiar.*
> *Sebastião: E ele também pode ter duas reservas indígenas?*
> Pesquisador: Reserva indígena é ilimitada.
> *Ursula: É ilimitada.*
> *Sebastião: Ah, é só dois que pode ter da agricultura familiar, né?*
> *Greta: É que é quatro valores de uso né?* [referindo-se ao custo de uma carta de reserva indígena].
> *Chico: Sim. É duas rodadas.*
> Pesquisador: O limite é para agricultura familiar, que é só para não poder, tipo, ficar escalando…
> *Sebastião: Tá. E daí em reserva indígena, quantos tem que ter pra poder ter reserva indígena?* [referindo-se a quantidade de cartas de valores de uso necessárias].
> *Greta: Quatro.*
> *Sebastião: Ah. Ah, ah, ficou, é verdade. Ficou um pouquinho mais interessante.*

Aqui, observa-se que os jogadores estão refletindo sobre a nova regra, já considerando o impacto das mudanças no jogo, o que indica mais uma ação intelectual sobre o sistema de regras (Muniz, 2022). Mesmo antes de jogar, os participantes expõem antecipações dos possíveis resultados dessa alteração na mecânica, ao refletir sobre os limites de pontos que podem ser obtidos por este caminho e os recursos necessários para obtê-los.

Mais adiante, nesta mesma partida, Chico, que estava seguindo estritamente o caminho ecológico, consegue sete pontos, e anuncia aos demais jogadores que está próximo da vitória. Nesse momento, Sebastião argumenta que a opção pela não produção continua levando a uma pontuação alta com muita facilidade, fazendo uma comparação com as decisões que ele tomou.

> *Sebastião: Sim. É muito ridículo. Não tem como. Pro indígena também precisa ter limite, senão ele vai ficar… Olha aqui. Tipo assim, eu tô tentando não construir, tá? Se for nocivo ou não, eu tô tentando construir. Eu tô, sei lá, a mesma quantidade que eles, eu tenho dois, três pontos.*
> *Chico: Mas olha só, um ponto foi porque eu construí cidade junto com as outras coisas também.*
> *Sebastião: Não, tanto faz. Quantos pontos tem?* [perguntando para Greta]
> *Greta: Eu tenho seis. Eu tenho uma reserva indígena só. E tenho uma highway.*
> Pesquisador: Sebastião, tu construiu o quê?
> *Sebastião: Uma cidade só, e uma highway. E uma estrada.*
> [...]
> Pesquisador: Tu não tem os recursos?
> *Sebastião: Não. Eu tô tendo recursos. Só que tipo assim, quando eu fui trocar… não, eu tô em várias, em qualquer rodada eu estou pegando recursos ou gastando. Eu tô lidando com os recursos o tempo todo.*
> Pesquisador: E mesmo assim tu só conseguiu construir uma cidade?
> *Sebastião: Uma cidade e uma estrada.*
> [...]

> *Greta: Eu acho que tinha que ser tipo três reservas indígenas pra poder ganhar… No máximo seria bom tipo dois e três* [referindo-se a reservas indígenas e agriculturas familiares, respectivamente] *para ter tipo tu ter que fazer duas coisas, três coisas.*
> *Sebastião: Dois e dois. É porque daí fica muito tipo fácil, entendeu?*
> *Greta: É que a reserva tu precisa de quatro, tu demora para conseguir adquirir ela.*
> *Chico: Na verdade, aqui foi mais rápido porque teve aquela rodada que só a gente produziu. Se não tivesse aquela rodada não estaria também.*
> [...]
> *Sebastião: Mas mesmo assim, tipo, medindo pela velocidade, é muito mais rápido. Eu acho que o problema não é construir de dois em dois, tá? Eu acho que fica legal ele pegar rápido, com um limite de duas reservas indígenas.*
> Pesquisador: Sim.
> *Greta: Ou três no máximo.*
> *Sebastião: Daí é, três já limita, porque daí tipo vai ficar mais difícil dele construir alguma outra coisa depois. Tudo bem, mas é um ponto muito fácil, sabe? Tipo, fazer essas reservas aqui é muito fácil.*
> *Greta: É que depois que tu consegue fazer agricultura familiar é fácil.*
> *Chico: É, no início não era, né? Tu tem que ter isso de construir agricultura familiar.*
> [...]
> **Ursula construiu uma expansão de capital e produziu dois recursos.**
> *Sebastião: Olha só, a gente tá na décima rodada agora, tá? A Ursula acabou de conseguir construir uma indústria.*
> Pesquisador: Aham.
> *Sebastião: Agora ela também tá com sete pontos.*

Morbach (2012) explica que a tomada de consciência dos participantes sobre elementos do jogo deve ser valorizado mais que o próprio jogo, uma vez que tais tomadas de consciência vão ao encontro dos objetivos pedagógicos da educação escolar. No trecho de diálogo acima, os jogadores, em conjunto com o pesquisador, estão refletindo sobre possibilidades em um momento de metajogo, que está acontecendo enquanto estão jogando, já que todos os envolvidos, momentaneamente, estão se colocando em uma posição de avaliação das próprias ações e seus impactos em uma partida. Morbach (2012) e Muniz (2022) caracterizam esse momento de metajogo como um jogo sobre o jogo, repleto de interpretações, argumentações e confrontações, como observado neste trecho de conversa.

A busca por um jogo mais equilibrado foi um tema constantemente presente nas partidas analisadas. Com “mais equilibrado”, estamos nos referindo à adequação das regras e mecânicas do jogo, de modo a evitar vantagens excessivas entre os participantes e promover uma experiência justa para todos que jogam. A questão em debate com relação ao balanceamento do caminho ecológico tem sua origem em uma diferença fundamental entre os estilos de estratégia oferecidos pelo

jogo: a escolha pelo caminho da produção envolve o fator sorte, pois a produção de recursos acontece de forma aleatória; já no caminho ecológico, sempre há a certeza da obtenção de “valores de uso”.

Em um episódio ocorrido na primeira partida, Ursula observa esta característica do jogo. Após ter jogado algumas rodadas produzindo recursos, ela cogita uma mudança de estratégia. Após refletir, Ursula questiona se “*tem chance de eu ganhar se não produzir? Por ela ter começado antes* [referindo-se à Greta] *ela não vai chegar antes no fim? É uma linha reta, né?*” Ou seja, Ursula, ao realizar um movimento de antecipação de jogada, identifica que a opção por não produzir se trata de uma linha reta, pois ela sempre gera a mesma “moeda”, que são as cartas de valores de uso. Além disso, percebe que se tomasse a decisão de mudar de estratégia naquele momento, não conseguiria alcançar Greta por ter iniciado depois nesta linha.

Muniz (2022) aponta a presença da aleatoriedade como um quesito importante em jogos, especialmente na produção de jogos matemáticos por parte de professores que visam a promoção de aprendizagens.

> Manter certa dosagem de aleatoriedade na atividade, de forma que o sucesso no jogo não seja exclusivamente associado à capacidade de matematização dos jogadores, fazendo com que os alunos que tenham menos facilidade na aprendizagem se sintam animados a continuar na experienciação, permitindo assim a possibilidade de ganho. O grande ganho de um jogo matemático não deve ser a vitória, mas as aprendizagens realizadas ao longo da atividade (Muniz, 2022, p. 31).

O autor destaca que a aleatoriedade cumpre um papel importante no jogo: equilibrar as chances de ganho dos jogadores. Mesmo aqueles que têm um nível de facilidade para o pensamento estratégico diferente dos demais podem continuar engajados na atividade, com possibilidade de vencer. No caso da mecânica do caminho ecológico em nosso jogo, percebemos que a falta do “fator sorte” pode representar uma limitação neste sentido.

Para as partidas seguintes, após este diagnóstico feito por Ursula, que não tinha sido percebido pelos autores até então, foram pensadas algumas formas de criar obstáculos para esta “linha reta”. Neste sentido, definiu-se como um limite máximo de duas cartas de “agricultura familiar” para cada jogador, bem como a adição de uma carta de “água” nos custos dessa construção. Contudo, essas modificações não resolvem a questão da falta de aleatoriedade, e o debate persistiu

na segunda partida, como visto nas falas de Sebastião, que argumenta que deveria haver mais limites para o caminho ecológico. Mesmo após as alterações nas regras, ao jogar, o participante aponta que "*Não tem como. Pro* [reserva] *indígena também precisa ter limite [...] medindo pela velocidade, é muito mais rápido [...] é um ponto muito fácil, sabe? Tipo, fazer essas reservas aqui é muito fácil".* Nesse movimento de metajogo (Morbach, 2012), Greta também vê positivamente a ideia de uma mudança no balanceamento dessa regra, sugerindo que "*tinha que ser tipo três reservas indígenas [...] No máximo seria bom tipo dois e três* [referindo-se a reservas indígenas e agriculturas familiares, respectivamente] *para ter tipo tu ter que fazer duas coisas, três coisas*". Ou seja, identifica-se, durante essas partidas jogadas, contribuições importantes dos participantes para a estruturação do jogo de forma justa e equilibrada.

Em um movimento semelhante, os jogadores também debateram sobre a mecânica de temperatura média de Pindorama. A discussão surgiu a partir da observação do modelo matemático utilizado, e foram levantadas possibilidades para melhorar o equilíbrio das consequências ambientais no jogo.

Na primeira partida jogada, foi observado que a temperatura de Pindorama, reflexo das ações dos jogadores, estava tendo um avanço muito rápido. Posteriormente, alguns ajustes foram feitos tanto nas consequências, quanto na quantidade de casas e nos anos para comparação no tabuleiro de temperatura média, de modo que a temperatura média não tivesse esse aumento intenso com poucas rodadas jogadas, como detectado pelos participantes. A figura a seguir mostra um comparativo das consequências antes e depois das modificações nas regras, ocorridas entre o primeiro e o segundo encontro.

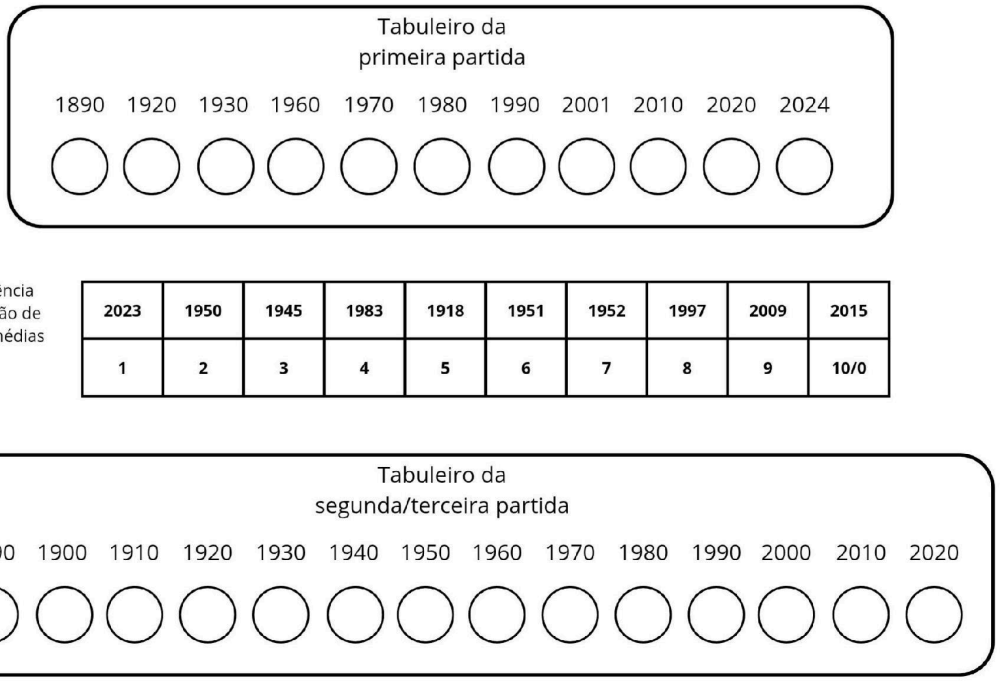
Figura 8 - Comparativo entre as consequências antes e depois das mudanças nas regras.



Fonte: Acervo dos autores.

A maioria das consequências, inicialmente, implicava no avanço de três casas no tabuleiro, o que foi reduzido para o avanço de apenas uma casa pois, conforme já evidenciado, a temperatura na partida tinha um aumento excessivamente rápido. Também foram pensadas outras consequências que afetam os jogadores, mas não influenciam a temperatura. Já com relação ao tabuleiro de temperatura média de Pindorama, houve um aumento na quantidade de casas, para que não fosse tão fácil chegar ao final, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 - Comparativo entre o tabuleiro de temperatura média antes e depois das mudanças.



Fonte: Acervo dos autores.

Contudo, na segunda partida jogada, os jogadores perceberam que, após as mudanças, a frequência de ocorrência de consequências globais diminuiu muito. Relembrando o leitor, as consequências globais são aquelas que ocorrem apenas após as COPs, e são resultado da dinâmica da temperatura média. Elas ocorrem na seguinte ordem:

1. Aumento das chuvas e das enchentes: cada jogador tem uma de suas estradas destruída (devolve a carta ao monte). Se um jogador tiver apenas Highways, uma delas é transformada de volta a uma estrada comum.
2. Elevação do nível dos mares: cada jogador tem uma de suas cidades destruídas (devolve a carta ao monte).
3. Desertificação: cada jogador deve descartar todas as suas cartas de recurso. A água restante no monte de água é reduzida pela metade.
4. Aumento de casos de doenças e crises alimentares: cada jogador tem uma capital destruída. Se não tiver capital, perde uma cidade e uma estrada.
5. Calor extremo: Pindorama inabitável. A partida é encerrada, e não há vencedores.

De fato, na segunda partida, mesmo com três jogadores produzindo muitos recursos, não houve nenhuma consequência global. Após diversos momentos de COP sem consequências desse tipo, os participantes debateram sobre possibilidades:

> *Greta: Tu pode começar a botar uns 1800 porque daí é mais difícil.* [referindo-se aos anos para comparação, ao perceber que a temperatura em que estavam foi mais baixa em todos os sorteios].
> *Ursula: Ou a gente começa mais pro meio.*
> *Greta: É. Nos 1920 ali.*
> Pesquisador: É, vocês estão tendo um pouco de sorte, né?
> *Chico: Tem dois jogadores que não estão produzindo também, né? Tem que avançar mais rápido se tiver mais gente produzindo.*
> Pesquisador: Os anos aqui da tabela pra comparar são: 2023, 1950, 1945, 1983, 1918, 1951, 1952, 1997, 2009, 2015.
> *Sebastião: Não tem nenhum 1800 alguma coisa.*
> Pesquisador: Pois é, e esse aqui eu não mudei do primeiro jogo. Eu acho que eu tinha que ter recalculado ali os números… que a primeira vez eu fiz certinho.
> *Sebastião: Se tu colocar de maneira simétrica os anos aí, pode colocar no meio. Se não, não.*
> [...]
> *Sebastião: Eu acho que tem que ser simétrico, porque aí não deu ruim mesmo* [não houve consequências globais].
> *Chico: Mas eu acho que faz sentido não dar ruim também, tipo, metade dos jogadores tá produzindo, e metade não.*
> *Greta: É, tá simétrico né…*
> Pesquisador: Mas acho que eu podia começar o jogo no meio mesmo, para ficar mais…
> *Sebastião: Equilibrado.*
> *Greta: Talvez não tão no meio. 1940. Não, não, 1930, porque o 40 fica aqui para cima. Daí se tu fica, se tu não avança na COP, tu vai se lascar, sabe?*
> Pesquisador: São coisas que tem que ajustar né.
> *Ursula: 1950. No meio. Daí se tu melhorar piora* [risada].
> *Sebastião: São quantos anos? São quantos anos que tem aqui? Quantas bolinhas?*
> *Greta:* [contando] *14.*
> *Sebastião: É, daí se tu fosse colocar no meio, teria que ter um número ímpar, né?*
> Pesquisador: Sim. É que eu fui colocando uma em cada década ali, por isso que ficou 14.

Nessa conversa, os jogadores e o pesquisador discutem as possíveis implicações de uma nova adequação da regra no jogo, com base nas suas experiências jogando e em pensamentos matemáticos. Aqui, percebe-se movimentos de tomada de consciência dos participantes sobre elementos do jogo (Morbach, 2012), na medida em que eles reconhecem o funcionamento das dinâmicas, compreendem a lógica sobre a qual as regras foram construídas, e agem sobre essa lógica, pensando em alternativas para melhorar essas regras enquanto mantém a ideia de haver consequências com determinada frequência nas partidas.

Ao considerar os aspectos que foram evidenciados através dos trechos destacados nesta subseção, percebemos que os jogadores, ao decorrer das três partidas, agiram intelectualmente sobre o sistema de regras estabelecido (Muniz, 2022) tanto nos momentos de jogo, quanto nos de metajogo (Morbach, 2012). A análise sobre as estratégias e pensamentos lógicos durante o jogar será aprofundada na subseção seguinte, enquanto aqui retomamos aspectos que não esperávamos que emergissem, e que fossem tão relevantes neste trabalho.

Uma observação pertinente é que os participantes sabiam, desde o início, que *Pindorama: Em Chamas* foi desenvolvido pelo pesquisador. Esse fato pode ter incentivado essas pessoas a refletirem constantemente sobre a estrutura de regras do jogo, buscando contribuir com o trabalho do pesquisador, o que possivelmente seria diferente em outras circunstâncias. Em um jogo já bem consolidado, os jogadores costumam aceitar e cumprir as regras (Kamii; DeVries, 1991; Grando, 2004), porém, nos nossos encontros pudemos evidenciar movimentos diferentes, praticamente como um trabalho em conjunto com os participantes no desenvolvimento de um jogo. Nesse sentido, um dos desdobramentos de nossa pesquisa é a ação criativa das pessoas que participaram dos encontros, não só jogando, como também contribuindo com novas ideias, construídas a partir de reflexão e experimentação, para o aprimoramento do jogo. Essas ideias são resultados de ações intelectuais durante o jogo (Muniz, 2022) e de momentos de metajogo (Morbach, 2012), além de interações com os modelos matemáticos e com as questões socioecológicas, como será analisado nas seções seguintes.

6.2 Estratégias, pensamentos lógicos e os modelos

O ato de jogar um jogo de baralho, aqui o *Pindorama: Em Chamas*, pode favorecer a construção e o desenvolvimento de esquemas mentais na medida em que mobiliza processos de organização, antecipação, comparação e tomada de decisão em situações estruturadas pelas regras do jogo. Sob a perspectiva de Piaget (1975), os esquemas são estruturas de ação que se constituem e se reorganizam por meio dos processos de assimilação e acomodação; ao jogar, o sujeito coordena informações (valores, combinações possíveis, probabilidades, consequências), testa hipóteses, ajusta estratégias e reelabora seus modos de

pensar diante de imprevistos. Muniz (2022) explica que quando o sujeito desenvolve e valida um esquema, permite que se aproprie de recursos cognitivos fundamentais para a elaboração de novos procedimentos lógicos em contextos mais diversos possíveis.

> Construir tais esquemas nos jogos, sem a imposição didático-pedagógica de um educador pode ser assumido como a possibilidade de prova que esquemas mentais não são objetos de ensino, de transmissão do professor ao aluno, mas são construções criativas e pessoais, realizadas em contextos de significado lógico para um sujeito em ação efetiva, que busca, mesmo num contexto altamente regrado, realizar e apresentar procedimentos inusitados, eficazes e validados (Muniz, 2022, p. 21) .

Outro ponto importante é o fato de que quando o jogador elabora estratégias mentais, cria e resolve problemas em um sistema complexo de regras, pode passar a se perceber "[...] capaz de enfrentamento e superação de desafios, o que é fundamental para o processo de aprendizagem matemática" (Muniz, 2022, p. 22). Nesse sentido, a partir das partidas jogadas em *Pindorama: Em Chamas*, observamos um "empoderamento" intelectual, onde os participantes tiveram momentos de expor suas estratégias e argumentos lógicos para suas tomadas de decisão no jogo.

Nesta subseção, focamos nossa análise em questões envolvendo pensamentos lógicos, movimentos estratégicos e tomadas de decisão dos jogadores durante as partidas, o que por vezes também dialoga com a interpretação e a interação desses participantes com os modelos matemáticos presentes no jogo. Buscamos conhecer de que forma as situações criadas a partir do jogo podem mobilizar saberes matemáticos.

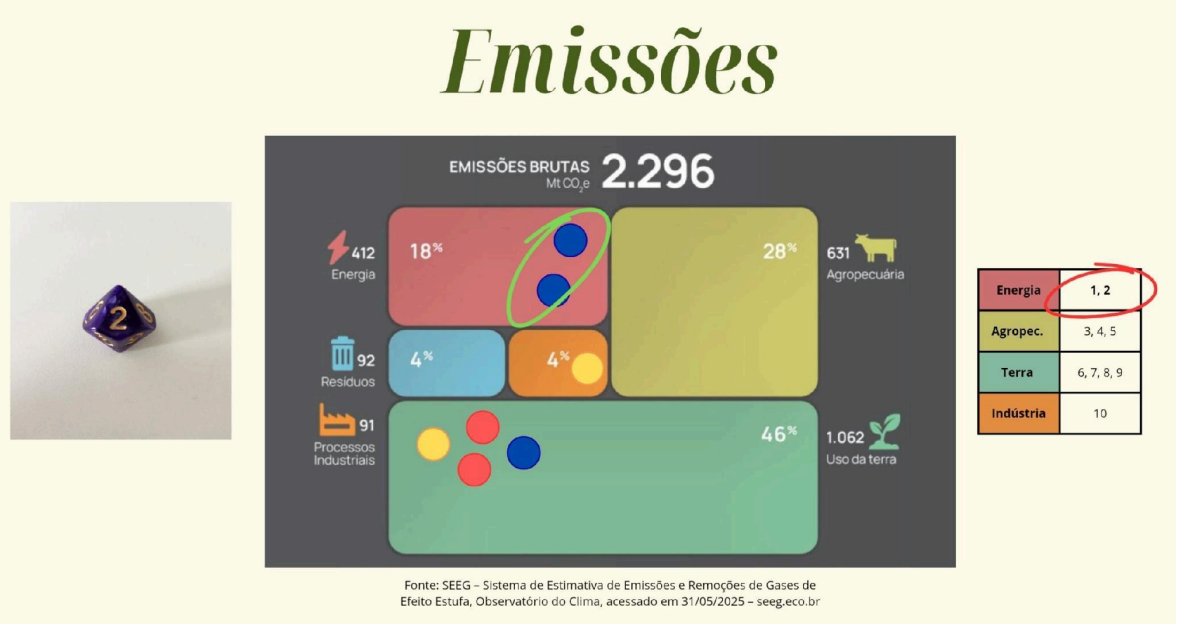
Logo no início da primeira partida, após a apresentação das regras do jogo, Ursula compartilhou um pensamento sobre a mecânica de produção de recursos e as possíveis consequências negativas atreladas a ela:

> O*lha só gente [...] se tiver quatro pecinhas aqui* [apontando para o gráfico de emissões de GEE], *a gente vai dividir entre quatro e já vai dar um na parte inteira. Então se duas pessoas produzirem dois, ou se cada um produzir um, a gente já vai enfrentar consequências. Então provavelmente a gente vai enfrentar consequências, por isso eu sempre vou produzir o máximo que der* [risada] (Úrsula).

A jogadora faz referência à maneira como são determinadas as consequências ambientais no jogo, que possui relação com o infográfico sobre emissões brutas, conforme visualiza-se na Figura 10. Quando recursos são

produzidos e/ou utilizados em construções, o jogador que produziu deve posicionar um marcador para cada recurso produzido/utilizado no tipo de recurso correspondente no infográfico. A partir dessas marcações, é realizado um sorteio, por meio do lançamento de um dado d10, que define se há ou não consequências ambientais na rodada. Em geral, mais marcadores implicam em uma chance mais alta de consequências.

Figura 10 - Definição das consequências envolvendo infográfico sobre emissões de GEE no Brasil.



Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

O infográfico apresenta informações sobre a emissão de GEE no Brasil provenientes de diferentes tipos de atividades, sendo que 4 dos 5 tipos de atividade estão presentes no jogo. Em *Pindorama: Em Chamas*, a produção de cartas de soja e arroz, de carne bovina, de combustíveis, de eletricidade, de ferro e de cimento também emitem GEE, sendo atividades no jogo que conversam com o infográfico, que representa esses dados no contexto da realidade (os resíduos, em azul no infográfico, não fazem parte do jogo).

Ao observar, a partir de uma impressão inicial, que as chances de ocorrência de consequências ambientais seriam altas, Ursula comenta que escolheria produzir o máximo possível em todas as oportunidades. Esta avaliação da jogadora evidencia um pensamento estratégico através da antecipação do que aconteceria em

momentos futuros no jogo, pois ela verbaliza uma reflexão sobre a quantidade de marcadores necessários para que haja consequências ambientais no jogo.

Mais adiante na mesma partida, após os primeiros turnos de alguns jogadores, Ursula apresenta uma análise sobre possíveis estratégias para lidar com as consequências, mas agora com uma visão diferente daquela apresentada anteriormente.

> *Ursula: Se a gente botar até 3 fichinhas não vai pra cá* [apontando para os infográficos dos tipos de atividade].
> *Chico: Ah, a gente pode se combinar né.*
> *Sebastião: Pode ser.*
> *Greta: Mas a gente quer se combinar? Daí é outra questão né…*

Nesse diálogo os jogadores debatem a possibilidade de cooperação em uma estratégia coletiva, visando uma produção que não ultrapassasse três recursos em cada rodada. No entanto, como destacado por Greta, a intenção de cada jogador é uma questão importante nesse processo, e a sequência da partida mostrou que eles optaram por não utilizar essa possível estratégia discutida.

Estes trechos aqui destacados também mostram uma interação dos jogadores com os modelos matemáticos inseridos no jogo. Segundo Dalla Vecchia (2012, p. 116), um modelo matemático é um “exemplar de uma situação que se mostra por meio de uma linguagem estruturada por ideias matemáticas". Barbosa (2009) também aponta que os modelos matemáticos são aqueles que empregam conceitos, notações e/ou procedimentos matemáticos, aspectos que se observam tanto nos gráficos de setores (Figura 4), quanto no gráfico de barras (Figura 5) no mapa de árvore (Figura 3). Sendo assim, os infográficos presentes em *Pindorama: Em Chamas* são considerados modelos matemáticos.

Neste momento, esta interação se deu em um sentido de interpretação da dinâmica do jogo, de modo que os participantes ponderaram sobre possíveis desdobramentos das suas escolhas no curso da partida, particularmente com relação a regra da definição das consequências, que envolve a presença do modelo (Figura 3). No entanto, não identificamos aqui uma análise de modelos no sentido de interpretação dos dados fornecidos pelos infográficos.

Novamente, destaca-se o desafio (ao menos para alguém sem experiência em *design* de jogos) de entrelaçar um jogo de entretenimento com elementos matemáticos, na expectativa de que os jogadores façam movimentos de

matematização de forma natural enquanto jogam, sem que isso se torne um exercício (Skovsmose, 2000). “O conhecimento matemático presente na atividade não pode ser uma camisa de força determinista das ações cognitivas [...]” (Muniz, 2022, p. 18). Em outras palavras, somos relembrados do desafio de criar regras para um jogo que sejam divertidas e ao mesmo tempo favorecer a aprendizagem matemática.

Na maior parte do tempo observado de partidas jogadas, as interações dos jogadores com os modelos são mais direcionadas para uma compreensão do funcionamento do jogo, em um primeiro momento, e para uma sequência da partida após esse entendimento. Ou seja, a partir do momento em que há uma assimilação das dinâmicas envolvendo os modelos, os jogadores tratam esses modelos como parte do jogo, o que não necessariamente implica na ocorrência constante de análises, mas sim de interações. Alguns trechos de diálogo exemplificam a forma como essa interação se dá no jogo. No diálogo a seguir, os jogadores estavam lançando o dado d10 para verificar a ocorrência ou não de consequências ambientais na rodada:

> Pesquisador: Joga o dado.
> *Sebastião: E daí o que que vai acontecer mesmo? Só para canalizar uma energia.*
> Pesquisador: [Risada] Tá. O número que cai aqui vai indicar…
> *Greta: O lugar.*
> Pesquisador: É. tu vai ter que observar: se cair em algum tipo de atividade que tem o “marcadorzinho” em cima, daí tem uma consequência.
> *Greta: Olha, a gente tá com grande chance de não dar problema, então canaliza.*
> [Sebastião lançou o dado e não houve consequências na rodada].
> *Greta: Não deu problema, não aconteceu nada. Foi na terra.*
> *Ursula: Obaaa.*

Aqui, o pesquisador explica a dinâmica com o infográfico sobre as emissões de GEE, na qual os jogadores devem verificar se o valor sorteado no dado indica um tipo de atividade realizada na rodada. Os jogadores realizam a ação necessária e dão seguimento para a partida. Situações como essa ocorreram em todas as rodadas, de modo que é possível afirmar que sempre há alguma interação dos jogadores com o modelo, embora não necessariamente ocorra uma interpretação mais profunda sobre o fenômeno retratado matematicamente.

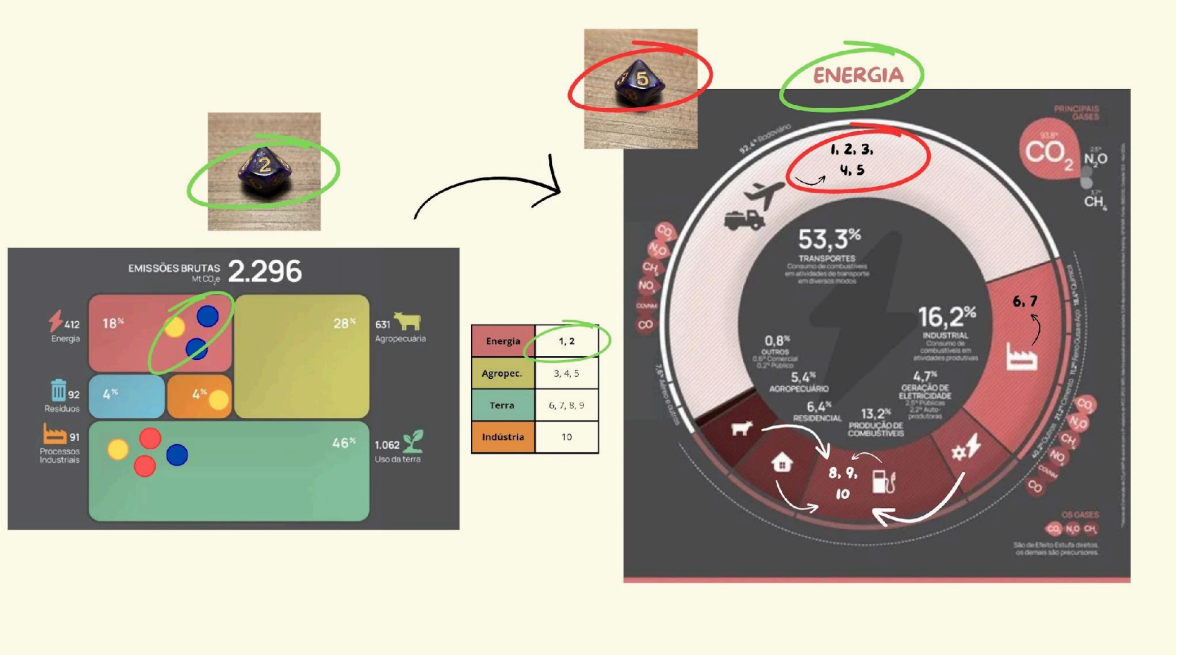
Outra interação desse tipo ocorre quando é determinado que há consequências ambientais na rodada. Nesse caso, os jogadores devem se atentar

para outro infográfico, dessa vez específico sobre o tipo de atividade que foi sorteada e realizada. No trecho a seguir, o jogador Umavezildo lançou o dado e sorteou um tipo de produção que estava marcado. Ou seja, foi definido que deveria ocorrer alguma consequência ambiental naquela rodada.

> *Ursula: Dois.* [número sorteado no dado] *Ah, não tem nenhum peão meu ali.*
> *Sebastião: Agora tem que… pois é, e agora?* [risada]
> *Greta: Agora tem que vir pra cá, né?* [apontando para o gráfico específico do tipo de produção sorteado]
> *Sebastião: A gente tem que atirar de novo. Agora a gente tem que atirar de novo.*
> Pesquisador: É. Vai, vai lá. [apontando para Umavezildo]
> *Greta: Cinco.*
> *Pesquisador: Vê aí o que é o cinco.*
> *Sebastião: Lá em cima.*
> *Greta: Aqui, o clarinho. Consumo de combustíveis em atividades de transporte em diversos modos.*
> Pesquisador: Daí tu olha aqui onde tá isso e vê qual é a consequência
> *Greta: Avance uma casa no negócio de temperatura.*

Nessas ocasiões em que ocorre consequência ambiental, os jogadores interagem com um dos quatro infográficos específicos para cada tipo de atividade que produz GEE no Brasil (Figura 4). Na ocasião do trecho acima, o infográfico sorteado pelos jogadores foi o da energia. A interação nesses momentos é semelhante a do momento anterior, porém aqui as informações são apresentadas em um tipo diferente de gráfico. A figura a seguir ilustra os acontecimentos descritos no diálogo.

Figura 11 - Sequência de eventos relatada no diálogo.



Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

Neste exemplo de cenário do jogo, ao ser sorteado o número 2, que representa a energia no gráfico à esquerda na Figura 11, é definido que ocorre uma consequência ambiental relacionada à energia, pois esta tinha marcadores indicando que energia foi produzida/usada por algum jogador naquela rodada. A partir de um novo lançamento do dado, é definida qual será a consequência, conforme o infográfico de energia, à direita da Figura 11. Nesta ocasião, foi sorteado o número 5 (cinco), indicando que a consequência a ser ativada é a dos transportes, conforme o infográfico de energia. As quatro cartas: Uso da Terra, Industriais, Agropecuárias e Energia, ilustradas na Figura 12, indicam qual é a consequência para cada atividade específica. Na figura, destacamos em verde a consequência que foi ativada nessa rodada (transportes), pois esta é associada ao número 5 (cinco) que foi sorteado pelos jogadores.

Figura 12 - Consequências ambientais do jogo.



Fonte: Acervo dos autores

Esta dinâmica da definição das consequências foi pensada como uma forma de entrelaçar o jogo com modelos sobre questões relevantes, como impactos ambientais da agropecuária, da energia, das indústrias e do uso da terra, no debate

sobre as mudanças climáticas. Um detalhe sobre a criação desta mecânica é que tentamos manter uma coerência entre a porcentagem de emissões de cada tipo de atividade, e a probabilidade da consequência associada a tal atividade ser sorteada. Os infográficos foram levemente adaptados em relação aos originais (foram adicionados números em cada atividade para o sorteio com o dado), que são disponibilizados pelo site SEEG[42] (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa) Brasil, uma plataforma que apresenta dados sobre emissões de gases de efeito estufa. Estes infográficos estão ilustrados na Figura 13.

[42] Disponível em: https://seeg.eco.br/.

Figura 13 - Infográficos de emissões específicos para diferentes atividades.



Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

Tomemos o gráfico sobre o uso da terra como exemplo. Foram designados 9 números do dado d10 (dado de dez faces) para a consequência ligada às alterações de uso do solo, que correspondem a 93,1% das emissões de GEE deste tipo de atividade. Desse modo, no evento em que o uso da terra foi sorteado, a chance da consequência ligada às alterações de uso do solo ser ativada é de 90%. Buscamos,

dessa forma, criar situações no jogo que se aproximam dos números apresentados pelos modelos, que representam situações reais.

Durante um desses momentos de definição de consequências, Ursula faz uma observação relacionada a essas diferentes probabilidades. Ao jogar o dado, Ursula sorteia o número 7 e faz o seguinte comentário:

> *Ursula: Terra! Oh, esse é o que tem mais chance de ficar "safe"* [seguro]*. É só não tirar dez né? Ou esse aqui é o bom?*
> *Greta: O que é esse?*
> Pesquisador: Esse é o bom.
> *Ursula: Ah peguei o pior então no caso né* [risada]*. É o que tem menos chance de tirar algo bom.*

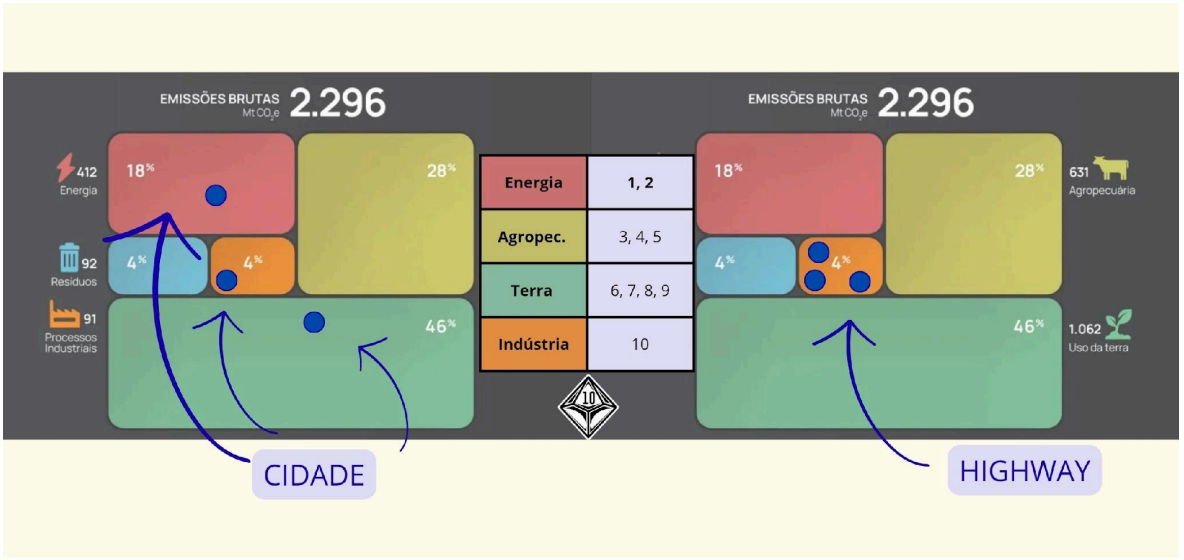
Nesta fala, a jogadora percebe o fato das diferentes probabilidades para cada consequência, conforme as informações dos gráficos reportados na Figura 13. Com "chance de tirar algo bom", ela se refere à possibilidade de não haver consequência, ou de ocorrer uma consequência leve. Nesse caso, observa-se uma interpretação do modelo por parte de Ursula, quando ela comenta que esse que estava sendo analisado seria o com mais chance (menos chance, posteriormente no raciocínio) de ocorrência de prejuízos aos jogadores. Também, há uma associação dessa interpretação com o funcionamento do jogo, o que não necessariamente implica em uma análise crítica do fenômeno da emissão de GEE, mas mostra um entendimento do infográfico de setores e de diferentes probabilidades.

Outras situações de pensamento estratégico e interações dos participantes com os modelos matemáticos emergiram no decorrer das partidas. Em um determinado momento, Greta estava decidindo se construiria uma highway ou uma cidade:

> *Greta:* [pensando] *o material de construção normalmente vai pra cá, né? [*apontando para os processos industriais no infográfico] *tem menos chance de dar ruim…*
> *Sebastião: O que tu tá fazendo? Ta construindo uma cidade?*
> *Greta: Uma highway… porque daí, olha o que eu pensei: a highway vai focar tudo aqui e tem mais chance de a gente tomar menos pontos, enquanto cidade vai botar em vários, entendeu?*

A diferença nas duas jogadas cogitadas por Greta consiste no fato de que, na construção da highway, os marcadores de produção ficariam todos concentrados no mesmo tipo de emissão, enquanto na construção da cidade, os marcadores seriam espalhados em três tipos distintos. A figura a seguir ilustra esta diferença.

Figura 14 - Posicionamento dos marcadores em diferentes construções.



Fonte: Adaptado de SEEG Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, acessado em 31/05/2025 – seeg.eco.br.

No lado esquerdo da figura, os marcadores azuis estão distribuídos em 3 tipos diferentes de atividade, pois a construção de uma cidade custa 1 carta de energia, 1 carta de materiais de construção e 1 carta de alimentos. Já a highway, nas regras da primeira partida, quando Greta apresenta esta reflexão, custa 3 materiais de construção, o que concentra todos os marcadores no mesmo tipo de atividade, referindo-se a indústria. A dinâmica para a definição das consequências ambientais em cada rodada funciona através de um sorteio, com o lançamento de um dado d10. Caso o número sorteado corresponda a um tipo de atividade com um marcador (ou seja, um recurso proveniente daquele tipo de atividade foi produzido/utilizado na rodada), então ocorre uma consequência relacionada àquela ação.

Através das falas, percebe-se que Greta estava baseando suas decisões no curso da partida em sua análise dos modelos. Ao observar que a highway, que custa três cartas de material de construção[43], concentraria os marcadores de produção nos processos industriais, ela percebe que isso implicaria em uma menor chance de haver consequências em comparação com a construção de uma cidade, que

[43] Na primeira partida, a “highway” tinha um custo de três materiais de construção. Posteriormente, esse custo foi alterado, visando um equilíbrio maior na dificuldade de compra de cada construção. Já na segunda partida, a “highway” passa a ser construída quando um jogador possui um par de estradas.

distribuiria marcadores em vários tipos de atividade. Analisando, ela concluiu que, quanto mais marcadores em tipos de atividade diferentes no gráfico de emissões de GEE, maior a probabilidade de haver consequências, e portanto, tomou a decisão de construir uma highway.

Esta conclusão indica um foco de Greta na interpretação do fenômeno (Soares; Javaroni, 2019) a partir do modelo dado pelo jogo. Aliada a este pensamento lógico, a jogadora realiza uma ação no jogo, que possivelmente seria diferente sem o movimento da análise do modelo sobre emissões brutas.

Mais adiante, um diálogo entre Greta e Chico, gerado a partir de uma observação, por parte da jogadora, do modelo sobre emissões de GEE no Brasil, revela mais um desdobramento dessa aliança dos modelos com o jogo.

> *Greta: Vocês notaram que o negócio é não usar terra, né? Porque a terra é que prejudica a gente mais facilmente…*
> *Chico: Mas a gente não tem possibilidade de escolha né?*
> *Greta: Tem.*
> *Chico: Mas se tu sorteia soja...*
> *Greta: Ah não, se tu sorteia soja sim, mas tipo se tu vai trocar, produzir alguma coisa... porque daí nos outros a chance... tu consegue tirar 2 ou 1 sabe?* [referindo-se às consequências] *Por isso que aquela hora eu fiquei entre construir a cidade ou a highway, só que aqui ia pegar o alimento, o material de construção... e aqui não.*

Aqui, Greta e Chico estão debatendo sobre a mecânica do jogo, destacando o fato de que, na fase de produção, os jogadores não podem escolher o tipo de recurso a ser produzido, de certa forma tirando deles o controle sobre os impactos das produções. No entanto, Greta observa que a escolha das construções, como cidades, capitais, estradas e highways, também gera consequências.

Além disso, novamente, a participante apresenta uma compreensão sua dos infográficos, percebendo que o uso da terra é o tipo de atividade que mais emite GEE no Brasil, com 46% das emissões brutas. Nesta situação, percebe-se da jogadora um estudo do fenômeno representado pelo modelo (emissões de GEE), bem como um entendimento do que cada termo diz sobre o fenômeno (Javaroni; Soares, 2012), já que a jogadora assimila as informações fornecidas pelo infográfico e apresenta uma conclusão lógica baseada na análise. Ou seja, a análise do modelo realizada por Greta favoreceu a ela uma compreensão sobre o fenômeno em questão, reforçada por sua ação no jogo, ao evitar o uso de recursos relacionados ao uso da terra, pois estes proporcionam uma maior chance de tragédias em Pindorama.

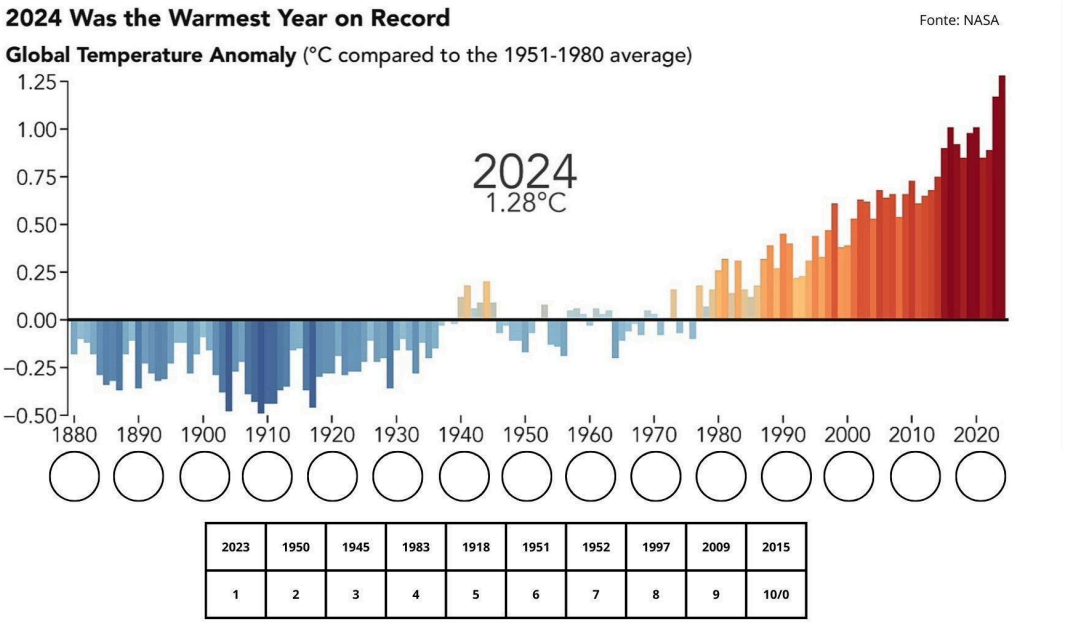
Na segunda partida, que ocorreu em outro encontro, os jogadores estavam relembrando algumas das suas descobertas da primeira experiência com o jogo. Em um determinado momento, Chico pondera sobre o posicionamento dos marcadores de atividades no infográfico, para posterior definição de consequências:

> *Chico: A gente tinha chegado a alguma conclusão se era pior colocar na agropecuária ou no uso da terra?*
> *Greta: É pior colocar no uso da terra, porque tem mais chance de cair.*

O questionamento surge devido a uma característica específica de um dos recursos, a carne bovina, cuja produção pode ser associada tanto à agropecuária quanto ao uso da terra. Sendo assim, os próprios jogadores perceberam que, ao produzir ou utilizar uma carne bovina no jogo, eles poderiam escolher um dos dois tipos de atividade para posicionar o marcador. Aqui, Greta lembra e reforça seu raciocínio, desenvolvido na partida anterior por meio da análise do modelo das emissões brutas de GEE no Brasil, argumentando que a melhor escolha, nos propósitos do jogo, seria posicionar o marcador na agropecuária, já que a probabilidade do uso da terra ser sorteado é maior.

Outro modelo matemático presente no jogo é o gráfico das temperaturas médias da superfície do planeta, conforme reportado na Figura 15.

Figura 15 - Modelo, presente no jogo, sobre a temperatura média da superfície do planeta.



Fonte: Adaptado de NASA, acessado em 31/05/2025 – https://science.nasa.gov/earth/measuring_global_temperature/.

Logo quando a dinâmica envolvendo o modelo da temperatura média da superfície do planeta foi apresentada, algumas dúvidas por parte dos jogadores foram levantadas. A principal delas era sobre a forma como a temperatura é apresentada no gráfico:

> *Greta: Eu tenho uma dúvida. Isso aqui não tá em graus Celsius né? Tá tipo 1.28 acima de…*
> *Ursula: Acima da média né, comparado com a média.*
> *Sebastião: Pois é, mas então qual é a média?*
> Pesquisador: É a média entre 1951 e 1980.
> *Ursula: Qual que é a média?*
> *Chico: Mas precisa saber a média?*

Neste diálogo, percebe-se um movimento inicial de interpretação das informações apresentadas pelo modelo, que descreve as anomalias de temperatura em cada ano, ou seja, o quanto a temperatura variou em relação ao que está sendo considerado normal. No infográfico utilizado no jogo, o que é considerado normal pelos cientistas do Instituto Goddard para Estudos Espaciais da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) é a temperatura média no período de 30 anos entre 1951 e 1980[44]. Além disso, alguns participantes estavam tentando

[44] Informação disponível em: https://science.nasa.gov/earth/measuring_global_temperature/.

entender qual seria exatamente essa temperatura média, enquanto Chico argumentou que o fato de eles saberem ou não este dado não teria implicações práticas no jogo.

Nessa situação, percebe-se um movimento dos jogadores de tentativa de compreensão das hipóteses consideradas para a elaboração do modelo (Javaroni; Soares, 2012), na medida em que eles buscam entender qual é a média que está servindo como base para as comparações, e se esta média realmente importa no momento do jogo.

Um dos eventos do jogo no qual este modelo se torna importante é durante as Conferências das Partes (COP), uma dinâmica que determina, a partir da comparação das informações sobre a temperatura média de diferentes anos, se devem ou não ocorrer consequências globais. O diálogo a seguir retrata uma das COPs realizadas:

> *Sebastião: Então tá. Conferência.* [o jogador lança o dado]*. Seis. Mil novecentos e cinquenta e um* [referindo-se ao ano correspondente ao número seis sorteado no dado]*. É aqui* [apontando no gráfico].
> *Ursula: Acho que é o verdinho lá pra cima* [referindo-se a uma das barras do gráfico].
> *Sebastião: Verdinho pra cima tá zero ponto vinte e cinco. E daí onde a gente tá é mil novecentos e noventa… que é com certeza bem maior.*
> *Chico: É maior?*
> *Sebastião: Sim.*
> *Greta: Tá no verdão lá* [referindo-se a uma barra verde do gráfico].

Aqui os jogadores estavam observando o gráfico e comparando duas informações: a anomalia de temperatura do ano de 1951 e a do ano de 1990. Como a temperatura de Pindorama, naquele momento, era equivalente a do ano de 1990, e a temperatura de 1951 era mais baixa, foi acionada uma consequência global. Os jogadores chegaram a esta conclusão rapidamente, a partir de uma leitura do gráfico.

Posteriormente, na segunda partida, outro momento de COP no jogo propiciou uma discussão sobre a forma como os jogadores comparam as informações representadas no gráfico (Figura 15). O diálogo a seguir ocorreu durante uma COP na qual essa comparação, que faz parte da dinâmica da COP, gerou algumas dúvidas nos participantes.

> **Sebastião lançou o dado e sorteou o ano 1983.**
> *Sebastião: 1983 é aqui ó.* [apontando no gráfico] *Tá. A nossa temperatura é maior. Aliás, na verdade não sei, porque a nossa temperatura é essa daqui.*
> *Greta: Comparada a qual?*

> *Ursula: A primeira. A gente tá mais baixo.*
> *Sebastião: Pois é, eu acho que sim.*
> *Ursula: Eu acho que não vai acontecer nada.*
> *Sebastião: Em 83.*
> *Chico: Como é que vocês lembram qual era a barra de qual ano?*
> [O pesquisador fornece aos jogadores uma régua para auxiliar na comparação].
> *Sebastião: Tá, pera aí. A gente vai ter que fazer realmente isso? Tá, pera aí.*
> *Greta: 80 tá aqui.*
> *Sebastião: 80 tá aqui. Então 83 são 3 milímetros. Então essa temperatura aqui, ó, 83.*
> *Chico: Tá, mas aqui é 1800, não era 1900 que a gente tinha que comparar?*
> *Greta e Sebastião: Não.*
> Pesquisador: Tem que comparar com 1983.
> *Greta, Sebastião e Ursula: Ahhh.*
> *Ursula: Então a gente tá muito bem.*
> *Greta: Tá. Então a gente tá bem.*
> *Sebastião: Tá. Então é. Essa régua é uma necessidade pro jogo aparentemente* [risada].
> Pesquisador: É, na real, eu tinha dado a régua pra tu medir aqui, ó. Tá 1983 tá aqui e comparar com outro. Tu usou [a régua] de um jeito que eu não tava esperando.
> *Sebastião: Não, tipo assim, a gente foi ver a temperatura de 1883. Pra poder comparar com a nossa.*
> Pesquisador: Como é que tu fez isso?
> *Sebastião: Eu peguei a regra e coloquei aqui, tipo assim, para poder medir os décimos, né? Bom, aqui entre as temperaturas de 1880 e 1890 tem 10 temperaturas? Então a gente consegue saber qual é a temperatura de 1883. O meu primeiro instinto foi esse. Eu não contei. Eu acho que eu poderia ter contado também, né?*
> *Greta: Mas é que eu acho que ficou melhor para você visualizar também, porque se tem a régua…*
> *Sebastião: É, né? Fica. Ah, é porque tem as 10. Ah, que se fosse tipo uma curva.*
> Pesquisador: Pois é, mas não é.
> *Sebastião: Ah, então dá para contar. Entendi. Então a régua não é tão necessária assim* [...] mas mesmo assim a nossa temperatura é mais baixa.
> (Fonte: áudio dos participantes).

A partir da análise dos trechos destacados nesta subseção, foi possível observar que o jogo *Pindorama: Em Chamas*, ao ser jogado pelos participantes, gerou situações de construções criativas em contexto de significado lógico (Muniz, 2022), sendo várias dessas em diálogo com a análise de modelos (Javaroni; Soares, 2012) dos jogadores. Ressalta-se que, em certas dinâmicas do jogo, não percebemos análises dos modelos por parte dos jogadores, mas sim interações deles com os modelos, como nos momentos de definição de consequências ambientais através do lançamento do dado. Sendo assim, argumentamos que as mecânicas do jogo favorecem contato dos jogadores com os modelos matemáticos, mesmo que isso não gere constantemente análises profundas dos fenômenos durante a partida.

Para além disso, em algumas situações, identifica-se de fato movimentos de análise de modelos pelos participantes, como destacado em explicações de Greta sobre suas decisões de construção com base nos dados do modelo de emissões brutas de GEE. "Vocês notaram que o negócio é não usar terra, né? Porque a terra é que prejudica a gente mais facilmente…" (Fonte: Áudio de Greta). Também são vistas análises com relação ao modelo sobre as temperaturas médias da superfície da Terra nos momentos de COP no jogo, em discussões sobre o significado e possibilidades sobre aquelas informações.

Ainda, enfatizamos a importância do jogar, que é a ação geradora dos pensamentos lógicos dos jogadores, de seus movimentos estratégicos e de suas tomadas de decisão. Como destacado por Muniz (2022), uma pessoa que joga e age intelectualmente sobre o jogo consegue desenvolver estruturas mentais fundamentais para a estruturação de pensamento abstrato e lógico. Situações observadas nos nossos encontros, como a elaboração das estratégias dos jogadores para evitar consequências, a previsão do que ocorreria em rodadas posteriores com base em lógica e observações, e a interpretação de modelos matemáticos e a compreensão de como eles influenciam o jogo, retratam possibilidades que o jogo oferece nesse sentido de desenvolvimento de estruturas mentais (Muniz, 2022). Tais estruturas, potencializadas pelo jogo, podem subsidiar a construção de conceitos matemáticos e de um olhar crítico para questões sociais importantes, como a emergência climática, que será o foco da subseção seguinte deste capítulo.

6.3 Debates sobre questões climáticas

Um dos principais objetivos desta pesquisa é identificar como o jogo proposto e estudado apresenta potencial para gerar debates críticos sobre questões climáticas. Para isso, buscamos observar discussões sobre o tema durante as partidas realizadas, que emergiram a partir do jogo e das ações dos jogadores sobre ele. Como forma de aprofundar nossa compreensão sobre as percepções dos participantes, estes responderam a alguns questionamentos pós-jogo, complementando debates oriundos das partidas.

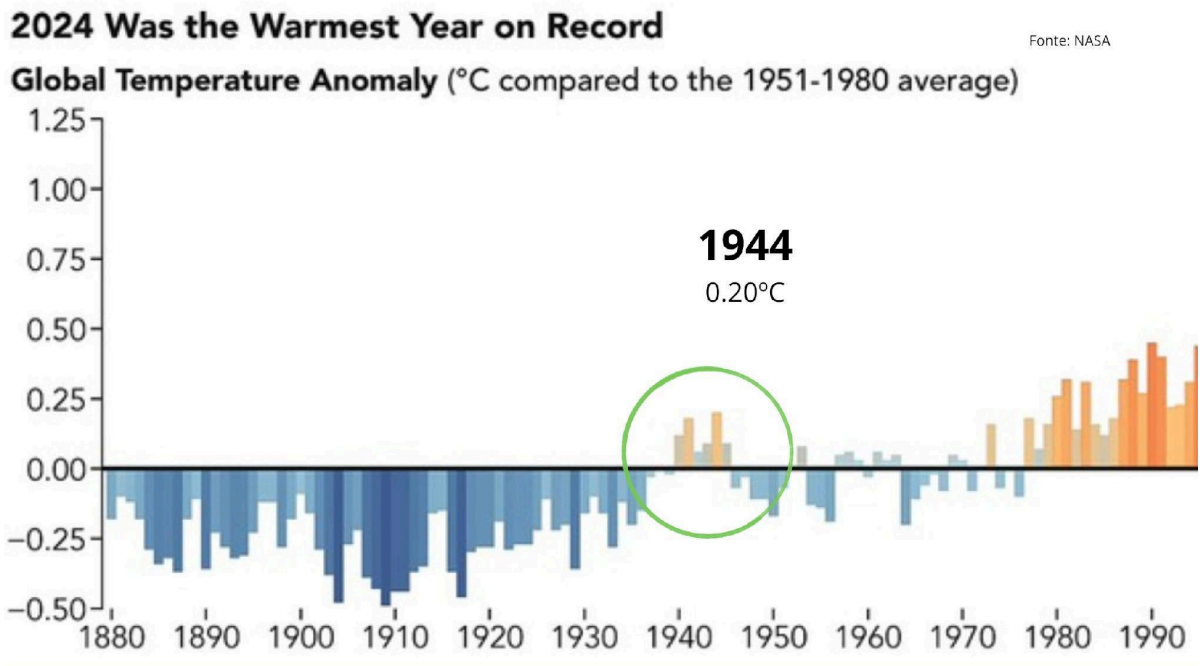
Desse modo, apresentamos nesta subseção algumas situações de debate sobre questões relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade que surgiram durante as três partidas registradas e de alguns comentários posteriores feitos pelos participantes. Iniciamos a análise a partir de momentos de interações dos jogadores com os modelos matemáticos que fazem parte do jogo. Algumas dessas interações também foram analisadas e discutidas na subseção anterior, mas agora nosso foco se concentra na criticidade dos participantes com relação aos fenômenos descritos pelos modelos (Javaroni; Soares, 2012).

Em especial, o jogo apresenta modelos matemáticos abordando as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, e a temperatura da superfície do planeta. A partir da análise e interpretação do modelo apresentado no gráfico das temperaturas médias da superfície terrestre, conforme imagem da Figura 9, evidenciamos um trecho de discussão ocorrido durante a segunda partida. Os jogadores, após analisarem o gráfico das temperaturas médias, conversam:

> *Sebastião: Por que em 1940 a* [temperatura] *média da Terra estava maior que nos outros anos?*
> *Greta: Não é Revolução Industrial?*
> *Umavezildo: Não.*
> *Ursula: Não. 1870.*
> *Greta: Não, não, mas a parte do…*
> *Ursula: É Segunda Guerra.*
> *Sebastião: Ahhh. É por que?* [perguntando ao pesquisador] *Por que em 1940 tem uma temperatura mais elevada?*
> Pesquisador: Mais elevada do que?
> *Umavezildo: Do que o resto*
> *Greta: Que o resto de 1900 basicamente, antes de 70.*
> Pesquisador: Teria que ver se teve alguma coisa específica que aconteceu… tem essas variações às vezes.
> *Sebastião: Não era mais uma questão da história mesmo.*
> *Ursula: As enchentes de Porto Alegre ali, ó. 42.*

Aqui, surge uma discussão com relação a uma informação apresentada pelo gráfico, que indica uma média mais alta na temperatura em comparação com todos os anos anteriores, e com alguns posteriores. Especificamente nos anos da década de 1940 há uma aumento de temperatura que se destaca, e esta observação gera curiosidade nos participantes, conforme a Figura 16. Eles, então, começam a levantar hipóteses sobre qual pode ter sido a causa deste aumento na temperatura em um período específico da história, e fazem associações com períodos marcantes como a Revolução Industrial e a Segunda Guerra Mundial.

Figura 16 - Anomalia de temperatura verificada pelos jogadores.



Fonte: Adaptado de NASA, acessado em 31/05/2025 – https://science.nasa.gov/earth/measuring_global_temperature/.

De fato, a associação dos participantes entre o aumento da temperatura e a Revolução Industrial faz sentido. Gases de efeito estufa absorvem o calor irradiado da superfície terrestre e aquecem a atmosfera (Saito, 2024). Trata-se de um processo importante para a manutenção da vida dos humanos e de outros seres vivos, já que o efeito estufa mantém a temperatura adequada para a nossa sobrevivência. No entanto, “desde a Revolução Industrial, os humanos passaram a utilizar grandes quantidades de carvão e combustíveis fósseis, como o petróleo, e a emitir enormes quantidades de CO2" (Saito, 2024, p. 14). Ou seja, este período da história humana tem uma interferência direta e, de certa forma, significativa na temperatura da superfície do planeta.

Ao se depararem com uma informação colocada em pauta pelo jogo, os participantes refletem e discutem possibilidades. Eles apresentam uma percepção de que a ação humana interfere diretamente no clima do planeta, e pensam em eventos criados pela humanidade, como a Revolução Industrial e a Segunda Guerra Mundial, como possíveis explicações para essa anomalia que chamou atenção no gráfico das temperaturas médias. Embora a Revolução Industrial não tenha ocorrido

durante o período dos anos 1940, o que indica que esta provavelmente não é a explicação mais precisa para a anomalia detectada, os participantes engajaram em uma discussão importante. Pensar em ações humanas que causam alterações na temperatura da Terra se trata de um movimento, nesse caso inicial, de reflexão sobre o relacionamento humano com a natureza (Skovsmose, 2023).

Nesse sentido, identifica-se que *Pindorama: Em Chamas*, através de suas regras e seus componentes, como o modelo sobre as temperaturas médias, nesse caso, favorece um início de debate sobre acontecimentos da realidade que são relevantes nas discussões climáticas. Possivelmente, outros jogadores, com diferentes níveis de compreensão a respeito do aquecimento global, apresentariam ideias distintas dessas aqui relatadas. Isso reforça a ideia de que o jogo pode atuar como ponto de partida para a discussão de questões ambientais.

Outra ocasião envolvendo os modelos, dessa vez os infográficos sobre as emissões de GEE no Brasil, que traz reflexões pertinentes é um pensamento de Greta, também destacado na subseção anterior. Quando a jogadora comenta "*vocês notaram que o negócio é não usar terra, né? Porque a terra é que prejudica a gente mais facilmente…",* além de expressar um pensamento matemático via análise do modelo, ela também indica uma compreensão de que o uso da terra é a atividade com maior porcentagem de emissões brutas de GEE no Brasil.

Não há, na sequência do momento da fala de Greta, um aprofundamento na discussão sobre o uso da terra, ou outras atividades que emitem gases de efeito estufa, o que pode ser explicado pelo fato de os participantes estarem envolvidos com o curso do jogo. Ainda assim, observa-se que o jogo pode favorecer uma reflexão por parte dos seus jogadores, a partir de suas dinâmicas e da presença dos modelos matemáticos. Ideias iniciais podem emergir, e podem ser aprofundadas a depender dos jogadores e, possivelmente, da presença de um professor mediador.

Em vista disso, destacamos que a nossa abordagem, como pesquisadores, durante as três partidas registradas para a análise de dados, teve como intuito principal observar as potencialidades do jogo no incentivo a debates e reflexões. Sendo assim, nesta pesquisa, não objetivamos criar uma proposta pedagógica para mediar discussões nesses momentos de jogo, o que pode ser um movimento interessante em trabalhos futuros.

Ao serem questionados sobre o potencial do jogo para o debate de questões ecológicas, em momento posterior à realização dos encontros em que jogaram, os participantes Ursula e Chico, que são professores de matemática, fizeram apontamentos sobre esta questão.

> *Sim, as mecânicas do jogo envolvem termos e ideias relacionados a questões ecológicas, incluindo dados estatísticos. Contudo, talvez seja necessária mediação de um professor para que os jogadores possam ir além da superfície e desenvolver compreensões mais aprofundadas sobre o tema* (Fonte: Registro escrito do participante Chico).

Chico relata que identifica potencial no jogo, mas indica uma possível necessidade de mediação de um professor para aprofundar o diálogo sobre os temas ambientais. Em um caminho semelhante, Ursula comenta:

> *Sim, enxergo sim, claro* [potencial para debates sobre o clima]*. A gente tem ali os gráficos que mostram as temperaturas, os da poluição né… em porcentagem no gráfico de setores… eu acho que tem bastante potencial, se for bem conduzido pelo professor. Eu acho que pode ser jogado sem essa intervenção do professor, mas eu acho que ela agrega muito nas discussões depois, tanto na parte matemática e estatística, quanto na parte problematizadora da questão ambiental né (Fonte: Áudio da participante Ursula).*

Ambos destacam que o jogo, em caráter próprio, apresenta possibilidades como um meio para a promoção de discussões sobre temas ambientais, mas ressaltam que essas questões poderiam ser ainda mais potencializadas através da mediação de um professor. De fato, apenas o jogar *Pindorama: Em Chamas*, que é um jogo relativamente simples desenvolvido por pesquisadores, não implica necessariamente compreensões aprofundadas por parte dos jogadores sobre um assunto complexo que abrange desafios sérios para o futuro da humanidade. No entanto, como apontado pelos participantes, pode ser um bom ponto de partida para despertar curiosidades e novas descobertas, seja por meio da mediação de professores, seja em pesquisas posteriores partindo dos próprios jogadores.

Ainda, considerando essas observações, entendemos que uma pessoa que joga este jogo pode estar dando um passo na direção de conhecimento reflexivo (Lopes; Borba, 2025), uma vez que as suas regras e dinâmicas incentivam um entendimento sobre temas ecológicos. Nessa perspectiva, o “conhecimento reflexivo pode ser entendido como a habilidade de compreender e analisar problemas e circunstâncias, refletindo sobre seus impactos em problemas sociais, ambientais e relacionados ao conhecimento em matemática [...]” (Lopes; Borba, 2025, p. 334). Ao

analisar os modelos matemáticos e ponderar sobre as suas informações, ao buscar compreender as relações entre os dados e as mecânicas do jogo, e ao pensar em formas de lidar com as situações criadas pelo jogo, os jogadores podem estar construindo conhecimento reflexivo sobre questões ambientais.

Além das ocasiões envolvendo os modelos, outros diálogos dos jogadores foram considerados relevantes para nossa análise. Ao decorrer das três partidas, os participantes fizeram alguns comentários esporádicos sobre questões envolvidas no tema ambiental proposto pelo jogo. Na primeira jogada, Ursula estava decidindo se tomaria como estratégia o caminho da produção ou o caminho ecológico, e ao optar por produzir recursos, apontou que "*a gente vai todo mundo morrer, mas eu vou morrer como a mais rica*".

Embora, em momentos de jogo, este e outros comentários semelhantes sejam acompanhados de risadas, e não por debates mais sérios e aprofundados sobre o fenômeno, esses diálogos indicam pensamentos importantes. Ao afirmar que "*a gente vai todo mundo morrer*", logo após ter escolhido produzir recursos, interpreta-se que Ursula está se referindo a uma produção desenfreada que acabará resultando em problemas graves para os jogadores. Trata-se de um cenário criado no jogo, mas com base na realidade, considerando que estamos vivendo no Antropoceno (Steffen; Crutzen; McNeill, 2011; Angus, 2023; Saito, 2024), era em que a produção humana está alterando o clima do planeta.

Na continuação da frase, ao complementar dizendo que vai *“morrer como a mais rica*”, Ursula, em tom de brincadeira, reproduz uma lógica que prevalece no mundo capitalista. Para os mais ricos, acumular mais riquezas é o que realmente interessa, e essa necessidade capitalista de acumular riquezas é a causa principal da ação destrutiva do ser humano contra o planeta (Angus, 2023).

Enquanto isso, nessa mesma partida, uma das outras jogadoras escolheu não seguir a mesma lógica, declarando: “*eu vou ser a própria Greta Thunberg!*”. Jogando de uma forma diferente desde o início, Greta baseia sua estratégia na preservação do meio ambiente de Pindorama, buscando pontos no jogo através apenas dos valores de uso. Ao ser perguntada sobre a sua escolha, se foi tomada considerando um pensamento coletivo, a jogadora explica:

> *Sim, no meu planejamento de jogo optei majoritariamente por um caminho voltado para a sustentabilidade, pensei em pontuação mas principalmente nas consequências* (Fonte: Registro escrito da participante Greta).

Já Ursula, respondendo ao mesmo questionamento, argumenta:

> *Não* [risada]*. Eu sabia que os meus colegas, os meus competidores no jogo, eles tinham esse pensamento. Porque a gente já tinha jogado, eles tinham ido para agricultura familiar, e eu precisava de uma estratégia diferente da deles se eu quisesse ganhar o jogo. Então eu fui na parte de desenvolvimento das cidades e criação de indústria… acabou que deu certo e eu ganhei* [risada] *mas não teve esse pensamento coletivo aí não* (Fonte: Áudio da participante Ursula).

A partir desses relatos, observa-se que os participantes tomaram estratégias diferentes, com lógicas distintas, mesmo que o objetivo final do jogo (obter 8 pontos e vencer) fosse o mesmo para ambos. Ursula explica a sua escolha de produzir, apontando que estava pensando, majoritariamente, em obter pontos, enquanto outros jogadores tomavam mais cuidado com a questão da sustentabilidade. Já Greta, relata que também estava pensando na sua pontuação, aquilo que dá a vitória aos jogadores, mas também estava preocupada com as consequências ambientais, que afetam todos os jogadores.

Nas três partidas jogadas, os respectivos resultados foram: Greta venceu a primeira, Ursula venceu a segunda e não houve vencedores na terceira, pois o jogo foi encerrado pela falta de água em Pindorama. Desse modo, nessas três partidas registradas para a nossa investigação, foi possível estudar três possíveis fins distintos para o jogo. O fim da primeira partida, com Greta vencedora, foi alcançado em um jogo no qual a maioria dos envolvidos iniciou com a estratégia de produzir (Sebastião, Chico e Ursula), e após algumas rodadas com consequências ambientais, esses mesmos jogadores repensaram suas prioridades. A alta produção estava ameaçando a continuidade do jogo, que poderia terminar sem vencedores caso as tragédias climáticas continuassem, e os próprios jogadores, ao perceberem isso, começaram a cooperar para frear o aquecimento de Pindorama. O diálogo a seguir retrata uma tomada de decisão em conjunto pelos jogadores durante a partida:

> *Sebastião: Olha só, eu vou confiar em vocês, a gente vai ficar uma rodada sem produzir ou não?*
> *Greta: Eu vou porque eu vou pegar a minha agricultura* [referindo-se à carta de agricultura familiar].
> *Chico: Vamos.*
> [Em sua vez, Ursula queria produzir]
> *Sebastião: A temperatura do mundo está quente demais!*
> *Chico:* [para Ursula] *Pega um valor de uso* [não produzir] *que eu negocio contigo.*

Neste trecho, podemos observar a importância do diálogo entre os jogadores

nas suas tomadas de decisão individuais e coletivas, já que escolhas feitas até então acabaram produzindo um cenário coletivamente delicado no jogo. Ao comentar sobre as escolhas no jogo, Chico ressalta:

> *Acho que as reflexões sobre decisões ecológicas tiveram que ser assumidas pelo grupo, uma vez que na primeira partida muitas pessoas produziam e vimos que isso não seria sustentável. Vejo aí um potencial para pensar no senso de coletividade* (Chico).

Observa-se que nessa partida os jogadores realizaram um movimento cooperativo de mudança de pensamento e de ações. Optando por interromper a produção e focando em valores de uso, eles conseguiram evitar a ocorrência de mais tragédias climáticas, e Greta, que foi a primeira a tomar essa iniciativa, acabou vencendo o jogo.

Ao propor estes cenários para os jogadores, *Pindorama: Em Chamas* faz um paralelo com as circunstâncias atuais no nosso mundo fora do jogo, no qual a produção, o consumo e a acumulação de riquezas continuam sendo prioridades. “[...] Não resta dúvida de que a civilização que a humanidade construiu representa um risco para a sua própria continuidade” (Saito, 2025, p. 14). Assim como vem acontecendo na realidade, as lógicas capitalistas reproduzidas no jogo ameaçam a continuidade de uma partida. Contudo, alternativamente, uma *grande mudança* (Saito, 2025) que desafia este sistema pode significar uma esperança de sobrevivência. Quando Greta escolheu produzir apenas valores de uso, ela tomou no jogo um caminho que se assemelha ao que Löwy (2021) propõe para a realidade, como alternativa visando um futuro sustentável possível: o ecossocialismo.

Não podemos afirmar, pelo fato de haver semelhanças, que o jogo e a realidade fora dele estão conectados, ou que aquilo que ocorre em um também ocorrerá no outro. No entanto, o que podemos afirmar é que *Pindorama: Em Chamas* apresenta características que propiciam a reflexão sobre questões que são semelhantes dentro e fora do jogo.

Outros diálogos também forneceram dados importantes sobre a nossa compreensão das potencialidades deste jogo. Analisando as consequências globais durante a primeira partida, os jogadores perceberam uma imprecisão na ordem dos fatos que indicavam essas consequências. Da forma como estavam definidos na primeira partida, os impactos ambientais atingiriam primeiro indústrias, o que não costuma ocorrer na realidade.

Sebastião: Tem que afetar primeiro os mais pobres…
Greta: Exatamente.
Sebastião: Depois os mais ricos.
Greta: Vamos trazer para a realidade.

Os jogadores expõem uma visão crítica sobre acontecimentos no mundo do jogo, argumentando que, na realidade fora dele, os fatos são diferentes. Aqui, percebe-se, também, a emersão de uma questão socioecológica partindo de uma percepção dos participantes. Como destacado por diversos autores (Coles; Solares-Rojas; Le Roux, 2024; Skovsmose, 2023; Barwell 2025; Lopes; Borba, 2025), pelo termo *socioecológico*, entende-se que questões sociais e questões ambientais estão interconectadas.

Desse modo, foi identificada pelos jogadores, em um evento climático no jogo, uma questão social importante. Como exposto no diálogo anterior, questiona-se por que, da forma como as regras estavam postas, uma indústria seria atingida por chuvas e enchentes antes de uma comunidade de pessoas marginalizadas? Skovsmose (2023) ressalta que os recursos naturais são distribuídos de forma muito desigual entre as pessoas no mundo. “Alguns grupos de pessoas se beneficiam muito mais do que outros grupos. Algumas nações usam muito mais recursos por cidadão do que outras nações. Poluição é um problema enorme, mas não é o mesmo para todos” (Skovsmose, 2023, p. 56, tradução nossa[45]). Nessa linha, os jogadores demonstraram preocupação e engajamento com um problema socioecológico, ao compararem o acontecimento no jogo com situações da realidade fora do jogo, percebendo uma imprecisão não reparada, até então, pelos pesquisadores.

Nesse contexto, identifica-se potencial no jogo para a discussão de temas socioecológicos e de justiça ambiental. Aliás, como argumentado por Coles, Solares-Rojas e Le Roux (2024), não devemos separar as dimensões social e ecológica, o que significa que, de fato, todos os debates sobre questões ambientais que mencionamos até aqui também têm conexão com questões sociais. Contudo, destacamos que, no trecho de diálogo entre Greta e Sebastião sobre quem seria afetado pelas tragédias climáticas, a parte social da questão é evidenciada e

[45] Some groups of people benefit much more than other groups of people. Some nations use many more resources per citizen than other nations. Pollution is a huge problem, but it is not the same for everybody.

debatida pelos próprios jogadores, o que não ocorreu com alguns outros temas, como o da temperatura média, por exemplo.

Ao final da primeira partida, Sebastião aponta que

> *Uma coisa que a gente não se ateve demais [...] é de ler, de ver, de ter uma discussão mais política, digamos assim. [...] A consciência dos gráficos, eu acho que nos ajuda matematicamente né, mas a gente não fala tanto sobre o mais profundo* (Fonte: Áudio do participante Sebastião).

A partir desse relato, e daquilo que foi analisado nos dados, entendemos que o jogo pode promover esse nível de ponderação nos jogadores, trazendo para a pauta a ideia do socioecológico, mas para isso talvez seja necessária uma mediação de um professor, ou a criação de novas regras e mecânicas com este objetivo.

Particularmente, no recorte de conversa entre Greta e Sebastião, notamos que a discussão diretamente relacionada com questões sociais emergiu a partir de um olhar crítico sobre o sistema de regras do jogo (Muniz, 2022). Isso indica que reflexões socioecológicas também podem ser pautadas e aprofundadas no momento de **criação** de jogos que envolvam este tema, como é o caso de *Pindorama: Em Chamas*. Ou seja, os movimentos necessários para a criação de um jogo que abrace o contexto de problemas socioecológicos também podem gerar aprendizagens importantes, tornando-se uma possibilidade para aulas de matemática e de outras disciplinas.

Ainda, voltando para *Pindorama: Em Chamas*, colocamos como um ponto final momentâneo, já que a pesquisa é um movimento fluído e contínuo, nessa análise um relato do participante Chico. Ao ser perguntado se houve alguma situação durante as partidas que provocou reflexões sobre questões relacionadas à crise climática, ele respondeu:

> *Sim, especialmente quando notei que era possível vencer o jogo seguindo o caminho ecológico. Em um primeiro momento, tinha pensado que isso seria muito difícil, mas a possibilidade mencionada pode servir como um caminho para desenvolver um sentimento de que uma sociedade pode ter sucesso pelo caminho ecológico (Fonte: Registro escrito do participante Chico).*

Em sua análise, o participante aborda uma noção que tomamos como um dos principais objetivos na criação de nosso jogo: a mensagem de que a sociedade pode escolher um caminho ecológico, e daí encontrar meios para ter sucesso no enfrentamento aos problemas ambientais, que se tornam mais urgentes a cada dia.

Cada cidadão tem voz e deve agir como parte interessada (Saito, 2024) para que possamos, como sociedade, escolher uma grande mudança.

A partir do que foi analisado nesta categoria, destaca-se o pensamento crítico apresentado pelos jogadores nos debates fomentados pelo jogo. Ao confrontarem as dinâmicas integradas aos modelos, ao engajarem no tema do jogo pensando nas jogadas de forma lógica e considerando consequências ambientais, ao levantarem questionamentos sobre fatos apresentados, e até mesmo ao escolherem os seus pseudônimos com base em figuras históricas relevantes ao tema, os participantes demonstram uma importante visão de mundo. Nesse sentido, *Pindorama: Em Chamas* se mostra como um meio pedagógico para a promoção de momentos de diálogo reflexivo e simulação de cenários reais, fundamentais para a formação de cidadãos críticos que, assim como todos nós, têm a difícil tarefa de lidar com a emergência climática. Essa tarefa, contudo, torna-se mais palpável quando as pessoas desenvolvem consciência sobre as questões socioecológicas e conseguem agir intelectualmente diante desses problemas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa tem como objetivo identificar de que forma o jogo de cartas *Pindorama: Em Chamas*, desenvolvido pelos autores, pode proporcionar um olhar crítico dos participantes com relação a questões ambientais e a emergência climática. Diante disso, a pergunta norteadora do estudo foi elaborada da seguinte forma: “De que forma a participação em um entrelaçamento de Jogos e Análise de Modelos pode contribuir para o desenvolvimento de uma consciência socioecológica?”. Nestas considerações finais, buscamos retomar aspectos importantes observados e discutidos ao decorrer do trabalho a fim de responder a este questionamento.

O conceito de jogo tomado como base para esta dissertação está alinhado com as perspectivas de Huizinga (2019), que caracteriza o jogo como uma atividade livre, informal e exterior ao mundo cotidiano, e de Muniz (2023) que estabelece elementos essenciais para designar jogos, como a existência de regras, jogadores, incertezas dos resultados e base simbólica, além da característica da improdutividade material. Com relação aos modelos matemáticos, nossa principal inspiração é a Análise de Modelos (Javaroni; Soares, 2012), perspectiva de modelagem na qual a criação do modelo não é o principal foco, e sim o caminho percorrido pelo estudante para a compreensão do fenômeno em estudo, tornando interessante a análise de modelos já existentes. Também, tomamos as ideias de Barbosa (2019) e Dalla Vecchia (2012) para definir aquilo que consideramos por modelo matemático neste trabalho, sendo exemplares de uma situação que se mostra por meio de uma linguagem matemática, empregando conceitos, notações e/ou procedimentos matemáticos, como tabelas, gráficos, equações etc. Ainda, autores como Angus (2023), Saito (2024), Löwy (2021) fornecem subsídios importantes para os debates sobre questões ambientais e sustentabilidade, enquanto Skovsmose (2023), Lopes e Borba (2025), Coles, Solares-Rojas e Le Roux (2024) e Barwell (2025) tratam mais especificamente da relação entre a educação matemática e o socioecológico.

Em um movimento inicial de nosso trabalho, buscamos este entrelaçamento ao qual nos referimos na pergunta diretriz, que foi realizado a partir do desenvolvimento de um jogo de cartas chamado *Pindorama: Em Chamas*. As

inspirações para esta criação foram diversas, incluindo jogos já existentes como *The Settlers of Catan*, *Catan: O Jogo de Cartas* e *Pindorama*, e a principal ideia (e desafio) para este novo jogo foi integrar modelos matemáticos às mecânicas de jogabilidade. Para isso, buscamos informações, dados e representações matemáticas de aspectos relacionados às mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que pensávamos em possíveis dinâmicas de jogo que pudessem integrar esses resultados. Finalmente, selecionamos três tipos de modelos, sendo um mapa de árvore sobre a emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, quatro gráficos de setores sobre emissões de GEE para certos tipos de atividades específicas, e um gráfico de barras sobre as anomalias de temperatura média da superfície da Terra ao longo dos anos. A partir desses modelos, as dinâmicas do jogo foram criadas.

Com o objetivo de investigar as potencialidades de *Pindorama: Em Chamas*, realizamos dois encontros com a participação de quatro adultos e um adolescente. Ao todo, foram registradas em vídeo três partidas jogadas pelos participantes, sobre as quais pudemos fazer observações com relação a questões como o pensamento lógico e estratégico dos jogadores, reflexões e discussões sobre questões ambientais, bem como levantamento de sugestões e possibilidades de mudanças na estrutura do jogo. O material empírico foi organizado em três categorias, o que constituiu a base para o desenvolvimento da análise e da discussão dos resultados.

A primeira categoria da análise de dados envolve a assimilação da estrutura lógica do jogo pelos jogadores, discussões sobre as regras e possíveis alterações futuras. Foram observados trechos das partidas nos quais os participantes demonstraram ações intelectuais sobre o sistema de regras estabelecido (Muniz, 2022) tanto nos momentos de jogo, quanto nos de metajogo (Morbach, 2012). A regra da ordem das ações no turno de cada jogador e o caminho ecológico foram alguns dos aspectos sobre os quais os jogadores dialogaram de forma crítica, buscando compreender a lógica por trás das dinâmicas e imaginar possíveis desdobramentos. Essa ação intelectual sobre as regras do jogo põe em pauta pensamentos lógicos dos jogadores, tanto para a compreensão das regras, quanto para o exercício de imaginar outras possibilidades, destacando como um dos resultados da pesquisa a ação criativa dos participantes, contribuindo assim com novas ideias. Também, destacou-se a importância da definição em grupo das regras do jogo e do cumprimento dessas por parte de todos os envolvidos (Kamii; DeVries,

1991; Grando, 2004), um elemento essencial do jogo que foi visto em prática durante os nossos encontros, em momentos nos quais as regras foram discutidas.

Na segunda categoria, foi observado um “empoderamento” intelectual, onde os participantes manifestaram estratégias e argumentos lógicos para suas tomadas de decisão no jogo. Através de trechos nos quais foi possível analisar as jogadas e os motivos por trás delas, percebe-se movimentos lógicos importantes realizados pelas pessoas que jogam, estimuladas pelo objetivo de alcançar a vitória. Também, enxerga-se que várias dessas construções criativas dialogam diretamente com a análise de modelos (Javaroni; Soares, 2012) dos jogadores, já que os modelos estão integrados à estrutura de regras do jogo e a interpretação das informações apresentadas por eles é importante para as decisões de jogo. As escolhas de uma construção ao invés de outra, como exemplificado na argumentação de Greta ao construir uma highway e não uma cidade, bem como os momentos de COP no qual é visualizada a temperatura média de Pindorama em comparação com a da Terra em diferentes anos, são algumas das situações propostas pelo jogo que abrem portas para esta análise dos modelos matemáticos. Nesse sentido, *Pindorama: Em Chamas* pode ser um gerador para o desenvolvimento de estruturas mentais (Muniz, 2022) que podem contribuir para a construção de conceitos matemáticos e de um olhar crítico para questões sociais importantes, potencializados pela análise de modelos (Javaroni; Soares, 2012).

Já na terceira categoria, foram estudadas as situações de debate sobre questões relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade que emergiram durante as três partidas, e de alguns comentários posteriores feitos pelos participantes. Observou-se que o jogo apresenta potencial para o início de reflexões sobre o relacionamento humano com a natureza (Skovsmose, 2023), como evidenciado pelo momento em que os jogadores observaram o modelo sobre as temperaturas médias da superfície do planeta e, ao identificarem uma anomalia perto dos anos 1940, criaram hipóteses e debateram sobre possíveis eventos da história humana que podem ser a causa dessa alteração. Além disso, o próprio pano de fundo ecológico criado pelo jogo trouxe situações de ponderação sobre a relação entre o ambiente e o sistema econômico capitalista, o senso de coletividade entre os jogadores e a percepção de questões socioecológicas (Coles; Solares-Rojas; Le Roux, 2024; Skovsmose, 2023; Barwell 2025; Lopes; Borba, 2025) que

interconectam o ambientai e o social.

Com relação às limitações deste estudo, apontamos o fato de o jogo ter sido aplicado com apenas cinco participantes. Além disso, esses participantes não foram escolhidos aleatoriamente, e são pessoas conhecidas pelos pesquisadores. Este fator pode ter influenciado a forma como os sujeitos agiram nos encontros, interferindo nos dados produzidos. Embora isso não invalide os resultados obtidos na pesquisa, identificamos a importância de uma continuidade para o estudo, proporcionando a experiência de jogar *Pindorama: Em Chamas* ao público geral, tanto em escolas quanto em outros ambientes.

Também percebemos que para algumas das mecânicas de jogo criadas, não houve uma análise aprofundada dos modelos matemáticos durante as partidas, como no caso dos gráficos de setores específicos para as emissões de GEE de cada tipo de atividade. Há, nesses momentos, interações com os modelos, já que eles são parte da dinâmica do jogo, porém, nos dados produzidos neste estudo, não houve grandes aprofundamentos em discussões sobre o impacto de cada ação que produz emissão de GEE. Isso pode ser interpretado como uma limitação da mecânica de jogo elaborada, embora o engajamento com os temas seja um aspecto subjetivo e que depende da relação de cada jogador com o jogo, e não apenas das características da regra.

Nessa linha, apontamos como um ponto de atenção em nossa pesquisa uma possível dependência de um professor para mediar as discussões, de modo que elas possam tornar o debate mais profundo, como apontado por Chico e Ursula. Apesar disso, o brincar e o jogar não necessitam da presença de um adulto para que haja o desenvolvimento de aprendizagens (Muniz, 2023).

Nesse sentido, *Pindorama: Em Chamas* pode funcionar bem como um movimento inicial, gerador de situações de reflexão sobre um tema complexo que requer estudos para uma compreensão mais profunda. O jogo pode constituir um passo na direção do conhecimento reflexivo (Lopes; Borba, 2025) sobre os temas socioecológicos, que pode ser potencializado pela presença de um mediador, mas também pela própria curiosidade e engajamento de cada jogador em se aprofundar no tema. Um futuro estudo, em maiores dimensões, poderia dar conta de confirmar ou refutar esta ideia.

Ainda, ressalta-se que o jogo aqui desenvolvido e analisado foi criado por

pessoas que não são especialistas em design de jogos. Isso implica na abertura de muitas possibilidades de alterações e aprimoramentos de *Pindorama: Em Chamas*, o que faz desta pesquisa, de certa forma, um trabalho inacabado que transcende este período de mestrado do autor. Além disso, percebe-se, a partir dos resultados deste estudo, que os jogos em geral apresentam potencial para o debate de temas importantes através do contexto que eles criam para os seus jogadores, de modo que outros jogos podem ser recursos pedagógicos para o desenvolvimento de aprendizagens de seus jogadores. Em particular, identificamos que entrelaçamentos de jogos com modelos matemáticos, como proposto nesta dissertação, podem ser uma alternativa interessante, tanto para a introdução de conceitos matemáticos, como diferentes tipos de gráficos, quanto para a abordagem de temas por meio da análise de modelos (Javaroni; Soares, 2012). Através de tomadas de decisão em jogadas, desenvolvimento de estratégias e interações com a linguagem matemática dos modelos, os jogadores movimentam estruturas mentais lógicas (Muniz, 2022) e realizam análises de maneira interativa com o jogo.

Ao considerar estes aspectos, argumentamos que um entrelaçamento de jogos e análise de modelos pode contribuir para o debate de questões socioecológicas por meio de interações com dados e conceitos matemáticos inerentes aos modelos, que se relacionam diretamente com o jogo e com as ações dos jogadores durante uma partida. Através dessa percepção, surgem ainda alguns outros questionamentos, como: de que forma o jogo aqui apresentado poderia ser inserido em aulas de matemática como um recurso pedagógico? Quais novas mecânicas de jogo poderiam ser desenvolvidas para que outras questões e modelos fizessem parte do jogo? Seria possível realizar entrelaçamentos semelhantes a este apresentado neste trabalho, com base em outros jogos e abordando diferentes temas?

Vemos que o tema das mudanças climáticas é urgente e precisa ser abordado nas escolas, especialmente em aulas de matemática, dada a importância da linguagem matemática na comunicação e discussão das informações sobre este tópico. O contato com a interpretação e a análise de modelos matemáticos são aspectos essenciais na formação de cidadãos críticos, e um dos (muitos) papéis do professor é encontrar formas de desenvolver essas habilidades nos estudantes. Nesse sentido, nos questionamos, além da possibilidade de *Pindorama: Em Chamas*

e outros jogos oferecerem uma alternativa para a abordagem desses temas nas escolas, de que forma uma prática pedagógica poderia dar ainda mais profundidade aos debates provocados pela ação de jogar. E de que forma nós, professores, podemos encontrar espaço no currículo para o desenvolvimento desse tipo de práticas envolvendo o brincar e o jogar?

REFERÊNCIAS

ANGUS, Ian. **Enfrentando o Antropoceno:** Capitalismo fóssil e a crise do sistema terrestre. 1 ed. São Paulo: Boitempo, 2023.

ARAÚJO, Jussara L.; BORBA, Marcelo C.Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática.** 6 ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2020.

BARBOSA, Jonei C. **Modelagem Matemática:** concepções e experiências de futuros professores. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem e modelos matemáticos na educação científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 69–85, 2009.

BARWELL, Richard. Critical Mathematical Consciousness and learning mathematics for sustainable futures *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

BIEMBENGUT, Maria S.; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino.** 5. ed. São Paulo: Contexto, 2022.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari K. **Investigação qualitativa em Educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 1994.

BORBA, Marcelo C.; ALMEIDA, Helber R. F. L.; GRACIAS, Telma A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula:** diferentes vozes em uma investigação. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BORBA, Marcelo C.; SILVA, Fernanda M.; LOPES, Aldo P. C. Video festival, mathematical education, and socio-ecology. *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

BORBA, Marcelo C.; SKOVSMOSE, Ole. A Ideologia da Certeza em Educação Matemática. In: **Educação Matemática Crítica:** a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001, p. 127-160.

BORROMEO FERRI, Rita. Mathematical modelling as a key practice for promoting learners' competencies targeting the transformation of global sustainability. *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

BROUGÈRE, Gilles. **Brinquedo e cultura**. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2021. (Questões da nossa época).

CHAPPIN, Emile JL; BIJVOET, Xanna; OEI, Alexander. **Teaching sustainability to a broad audience through an entertainment game–The effect of Catan: Oil Springs.** Journal of cleaner production, v. 156, p. 556-568, 2017.

COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 9-13, 2003.

COBB, P.; WHITENACK, J. W. A method for conducting longitudinal analyses of classroom videorecordings and transcripts. **Educational Studies in Mathematics**, [*s. l.*], vol. 30, nº 3, p. 213–228, 1996.

COLES, Alf; SOLARES-ROJAS, Armando; LE ROUX, Kate. Socio-ecological gestures of mathematics education. **Educational Studies in Mathematics**, [*s. l.*], v. 116, n. 2, p. 165–183, 2024.

DALLA VECCHIA, Rodrigo. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012.

DELVAL, J. **Introdução à Prática do Método Clínico:** descobrindo o pensamento das crianças . 1 ed. São Paulo: Artmed editora, 2001.

FONTANELLA, Rafael E. F. **Contribuições do Jogo Catan para o Desenvolvimento de Saberes Matemáticos.** 2023. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

GIORDANI, Liliane F.; RIBAS, Renato P. Jogos Lógicos de Tabuleiro: imersão no território escolar. **Revista Didática Sistêmica**, v. 17, p. 29-42, 2016.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar:** como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8 ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GRANDO, Regina C. **O jogo e a Matemática no contexto da sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Paulus, 2004.

GRAVEMEIJER, K.; COBB, P. Design research from a learning design perspective. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Eds.). Educational design research. London: Routledge, 2006. p. 17-51.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens:** o jogo como elemento de cultura. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2019.

JAVARONI, Sueli. L. ; SOARES, Débora S. Modelagem Matemática e Análise de Modelos Matemáticos na Educação Matemática. **Acta Scientiae** (ULBRA), v. 14, p. 260-275, 2012.

KAMII, Constance; DEVRIES, Rheta. **Jogos em Grupo na educação infantil:** Implicações da Teoria de Piaget. 1 ed. São Paulo: Trajetória Cultural, 1991.

KAMINSKI, Marcia. R.; BOSCARIOLI, Clodis. **Criação de jogos digitais na perspectiva de introdução à Modelagem Matemática nos anos iniciais.** Revista Thema, Pelotas, v. 15, n. 4, p. 1538–1548, 2018.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [*s. l.*], v. 10, n. 1, 2008.

KROHL, Diego R. *et al.* Aprendizagem baseada em jogos: reflexões sobre o uso de jogos de tabuleiro durante período de isolamento social na educação matemática. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [*s. l.*], v. 11, n. 01, 2021.

LOPES, Aldo; BORBA, Marcelo. Do themes of environmental collapse guarantee a socio-ecological discussion?. *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

LÖWY, Michael. Ecossocialismo: o que é, por que precisamos dele, como chegar lá . **Germinal: marxismo e educação em debate**, *[S. l.]*, v. 13, n. 2, p. 471–482, 2021.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E. P. U., 2018.

MAGALLANES, Adriana N.; ESTELEY, Cristina B. Contributions for a socio-ecological perspective within the framework of a critical stochastic modeling scenario. *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

MORBACH, Raquel P. C. **Ensinar e jogar:** possibilidades e dificuldades dos professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental. 2012. xiii. 175 f., il. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MUNIZ, Cristiano A. **Brincar e jogar:** Enlaces teóricos e metodológicos no campo da Educação Matemática. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, v. 2, 2023.

MUNIZ, Cristiano Alberto. O Professor e a Autoria de Jogos como Recursos Pedagógicos para a Aprendizagem Matemática. **Revista Brasileira de História, Educação e Matemática (HIPÁTIA)**, [*s. l.*], v. 7, n. 1, p. 14–34, 2022. Disponível em: https://ojs.ifsp.edu.br/hipatia/article/view/1973. Acesso em: 15 fev. 2026.

PIAGET, Jean. **A formação do Símbolo na criança:** imitação, jogo e sonho, imagem e representação. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PINHEIRO, Gabriel de S. **Ensino de Probabilidade:** um jogo e as contribuições dos registros das partidas. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

RAFIEPOUR, Abolfazl. Water resources and water management: a social-political-cultural challenge which mathematical modelling approach have potential to address. *In:* ICMI STUDY, 27., 2025, Quezon City. **Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)** [...]. Quezon City: Ateneo de Manila University, 2025.

SAITO, Kohei. **O capital no Antropoceno**. 1 ed. tradução: Caroline M. G São Paulo, SP: Boitempo, 2024.

SAMPAIO, Teodoro. **O tupi na geografia nacional.** 5. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional; Brasília, DF: Instituto Nacional do Livro, 1987. (Brasiliana, v. 380).

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para Investigação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, [s. l.], v. 13, n. 14, p. 66–91, 2000.

SKOVSMOSE, Ole. Sustainability and Risks. *In*: **Critical Mathematics Education .** Cham, Switzerland: Springer, 2023. p. 47-57.

SOARES, Débora S.; JAVARONI, Sueli L. Análise de Modelos: possibilidades de trabalho com Modelos Matemáticos em sala de aula. *In*: **Tecnologias Digitais e Educação Matemática.** São Paulo: LF Editorial, 2013. p. 195-219.

SOUZA, Jacqueline N.; TEIXEIRA, Jaylson; MADRUGA, Zulma E. F. **Jogo de tabuleiro Reino das Funções como alternativa para o ensino e aprendizagem de Matemática.** *Ensino & Multidisciplinaridade*, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2023.

STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul J.; MCNEILL, John R. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, v. 38, n. 8, p. 614, 2011.

VECCHIA, Rodrigo. D., MALTEMPI, Marcus. V. **O Problema na Modelagem Matemática:** determinação e transformação. Bolema, Rio Claro, v. 33, p. 748–767, 2019.

VIEIRA, Larissa S. *et al.* Proposta de um jogo didático para o ensino da conservação de recursos hídricos. **Research, Society and Development**, [*s. l.*], v. 10, n. 7, p. e38010716645–e38010716645, 2021.

WALLACE-WELLS, David. **A terra inabitável :** uma história do futuro. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, v. 1, 2019.

APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO

Termo de Assentimento
Convite para participação em pesquisa

Prezado(a),

Você está sendo convidado(a) a participar voluntariamente da pesquisa **Analisar e Jogar: um possível entrelaçamento de jogos e análise de modelos matemáticos para a discussão de questões ambientais.** Você foi escolhido(a) por fazer parte do público alvo da pesquisa, o qual é composto por adolescentes e adultos dispostos a participar da investigação sobre jogos e ensino de matemática.

A pesquisa está sendo desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella, que cursa Mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. **Cristina Cavalli Bertolucci**, a quem você poderá contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (51)xxxxxxxxx ou e-mail tinabertolucci@gmail.com.

O objetivo desta pesquisa é analisar possíveis contribuições de um entrelaçamento de Jogos com Análise de Modelos no ensino de matemática.

Para isto, solicitamos sua especial colaboração na participação da pesquisa, a qual ocorrerá por meio de entrevista e por meio de participação em encontro, em que seu trabalho, suas discussões com os colegas (gravação em áudio) e suas produções serão analisadas. Estima-se que sejam investidas 3 (três) horas para a realização do encontro referentes às tarefas propostas. O local de realização deste encontro é o gabinete da professora orientadora da pesquisa, que é a sala 414 (quatrocentos e catorze) da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os/As participantes têm direito a receber ressarcimento com custos de deslocamento (no valor mínimo equivalente a passagens de transporte público).

A produção dos dados acontecerá a partir de três etapas principais, que ocorrerão em um único encontro, de aproximadamente 3 (três) horas.

1. Entrevista semiestruturada com cada um dos participantes da pesquisa, a fim de fazer uma sondagem sobre as percepções deles com relação a questões ambientais.
2. Os participantes da pesquisa serão convidados a jogar partidas do jogo *Pindorama: Em Chamas*, discutindo ideias e estratégias envolvidas no jogo.
3. Será proposto um momento de conversa aberta entre os participantes da pesquisa e o pesquisador sobre a experiência com o jogo.

O uso das informações decorridas de sua participação (gravação em áudio) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas por um código alfanumérico. No caso de fotos e filmagem obtidas durante sua participação, elas também serão utilizadas exclusivamente em atividades acadêmicas, sem identificação. Todas as informações fornecidas por você serão armazenadas sob responsabilidade do pesquisador por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Com relação aos riscos da pesquisa:

1. Os(as) participantes podem se sentir desconfortáveis com a proposta por não estarem acostumados a práticas do tipo;
2. Os(as) participantes poderão sentir constrangimento, desconforto, estresse ou cansaço ao responder às perguntas feitas pelo pesquisador;

As maneiras desses riscos serem atenuados são:

1. O(a) participante receberá todo o apoio do pesquisador no sentido de minimizar este desconforto, tal como resposta a dúvidas e o incentivo para superar essa adaptação;
2. Será garantido período de descanso a qualquer participante que necessitar. Quanto à possibilidade de constrangimento ao responder às perguntas, nossa ação será a de acolhimento de cada participante, esclarecendo, acalmando e explicando que não há razão de constrangimento, assim como, deixando cada uma/um livre para a não participação na atividade, consequentemente, na pesquisa a qualquer momento.

Já com relação aos benefícios da pesquisa, o(a) participante terá a oportunidade de experienciar uma abordagem de ensino de matemática com potencial para desenvolver olhares diferentes tanto para jogos e brincadeiras,

quanto para situações mundanas, por meio da discussão de temas importantes como as questões ambientais e a emergência climática.

Sua participação não envolve nenhum tipo de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, o(a) participante tem direito a assistência e a buscar indenização, conforme Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 19, Parágrafo 2. O pesquisador se colocará à disposição para responder quaisquer dúvidas que os participantes eventualmente manifestarem.

Todos os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do/a pesquisador(a), por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa (Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 28, Inciso IV).

Sua participação é muito importante e é voluntária. Você poderá se recusar a responder perguntas do pesquisador ou a participar da pesquisa a qualquer momento, não havendo prejuízo de nenhuma forma para você se essa for sua decisão. Caso não concorde com a gravação de sua imagem e som, você é orientado(a) a não participar da pesquisa. Sua colaboração se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por você assinado.

Caso necessite de qualquer esclarecimento, peço que entre em contato comigo, a qualquer momento, pelo telefone (54) 96113456 ou pelo e-mail rafaelffontanella@gmail.com. Estou disponível para prestar informações adicionais.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Meios de contato com o CEP UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30h.

O(a) participante de pesquisa receberá uma via deste documento, assinada por ele (ou por seu representante legal) e pelo pesquisador.

Obrigado pela sua colaboração.

- Li e concordo em participar da pesquisa.

Autorização do Uso de Imagem:

- SIM, autorizo a gravação E/OU divulgação da minha imagem e/ou voz, com uso de efeitos para a sua não identificação, em atividades acadêmicas.

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

_____

Assinatura do pesquisador responsável

_____

Assinatura do(a) participante de pesquisa

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Convite para participação em pesquisa

Prezado(a) Sr(a). _____,

O(A) _____, está sendo convidado(a) a participar voluntariamente da pesquisa **Analisar e Jogar: um possível entrelaçamento de jogos e análise de modelos matemáticos para a discussão de questões ambientais**. Ele(a) foi escolhido(a) por fazer parte do público alvo da pesquisa, o qual é composto por adolescentes e adultos dispostos a participar da investigação sobre jogos e ensino de matemática.

A pesquisa está sendo desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) **Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella**, que cursa Mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. **Cristina Cavalli Bertolucci**, a quem você poderá contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (51) xxxxxxxxx ou e-mail tinabertolucci@gmail.com.

O objetivo desta pesquisa é analisar possíveis contribuições de um entrelaçamento de Jogos com Análise de Modelos no ensino de matemática.

Para isto, solicitamos a especial colaboração do(a) participante na pesquisa, a qual ocorrerá por meio de entrevista e por meio de participação em encontro, em que seu trabalho, suas discussões com os demais participantes (gravação em áudio) e suas produções serão analisadas. Estima-se que sejam investidas 3 (três) horas para a realização do encontro referente às tarefas propostas. O local de realização deste encontro é o gabinete da professora orientadora da pesquisa, que é a sala 414 (quatrocentos e catorze) da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os/As participantes têm direito a receber ressarcimento com custos de deslocamento (no valor mínimo equivalente a passagens de transporte público).

A produção dos dados acontecerá a partir de três etapas principais, que ocorrerão em um único encontro, de aproximadamente 3 (três) horas.

1. Entrevista semiestruturada com cada um dos participantes da pesquisa, a fim de fazer uma sondagem sobre as percepções deles com relação a questões ambientais.
2. Os participantes da pesquisa serão convidados a jogar partidas do jogo *Pindorama: Em Chamas*, discutindo ideias e estratégias envolvidas no jogo.
3. Será proposto um momento de conversa aberta entre os participantes da pesquisa e o pesquisador sobre a experiência com o jogo.

O uso das informações decorridas da colaboração do(a) participante (gravação em áudio) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas por um código alfanumérico. No caso de fotos e filmagem obtidas durante sua participação, elas também serão utilizadas exclusivamente em atividades acadêmicas, sem identificação. Todas as informações fornecidas serão armazenadas sob responsabilidade do pesquisador por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Com relação aos riscos da pesquisa:

1. Os(as) participantes podem se sentir desconfortáveis com a proposta por não estarem acostumados a práticas do tipo;
2. Os(as) participantes poderão sentir constrangimento, desconforto, estresse ou cansaço ao responder às perguntas feitas pelo pesquisador;

As maneiras desses riscos serem atenuados são:

1. O(a) participante receberá todo o apoio do pesquisador no sentido de minimizar este desconforto, tal como resposta a dúvidas e o incentivo para superar essa adaptação;
2. Será garantido período de descanso a qualquer participante que necessitar. Quanto à possibilidade de constrangimento ao responder às perguntas, nossa ação será a de acolhimento de cada participante, esclarecendo, acalmando e explicando que não há razão de constrangimento, assim como, deixando cada uma/um livre para a não participação na atividade, consequentemente, na pesquisa a qualquer momento.

Já com relação aos benefícios da pesquisa, o(a) participante terá a oportunidade de experienciar uma abordagem de ensino de matemática com potencial para desenvolver olhares diferentes tanto para jogos e brincadeiras, quanto para situações mundanas, por meio da discussão de temas importantes como as questões ambientais e a emergência climática.

A colaboração do participante não envolve nenhum tipo de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, o(a) participante tem direito a assistência e a buscar indenização, conforme Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 19, Parágrafo 2. O pesquisador se colocará à disposição para responder quaisquer dúvidas que os participantes eventualmente manifestarem.

Todos os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do/a pesquisador(a), por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa (Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 28, Inciso IV).

A colaboração do(a) participante é muito importante e é voluntária. O(A) participante poderá se recusar a responder perguntas do pesquisador ou a participar da pesquisa a qualquer momento, não havendo prejuízo de nenhuma forma para ele(a) se essa for sua decisão. Caso não concorde com a gravação de sua imagem e som, o(a) participante é orientado(a) a não participar da pesquisa. A colaboração do(a) participante se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por você assinado.

Caso necessite de qualquer esclarecimento, peço que entre em contato comigo, a qualquer momento, pelo telefone (54) 96113456 ou pelo e-mail rafaelffontanella@gmail.com. Estou disponível para prestar informações adicionais.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Meios de contato com o CEP UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da

Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30h.

O(a) participante de pesquisa receberá uma via deste documento, assinada por ele (ou por seu representante legal) e pelo pesquisador.

Obrigado pela sua colaboração.

Eu, _____, responsável por _____, declaro, por meio deste termo, que concordei com a sua participação na pesquisa intitulada Analisar e Jogar: um possível entrelaçamento de jogos e análise de modelos matemáticos para a discussão de questões ambientais, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella.

Autorização do Uso de Imagem e Voz:

- SIM, autorizo a gravação E/OU divulgação da imagem e/ou voz do(a) participante, com uso de efeitos para a sua não identificação, em atividades acadêmicas.

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

_____

Assinatura do pesquisador responsável

_____

Assinatura do(a) responsável legal

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Convite para participação em pesquisa

Prezado(a) Sr(a). _____,

Você _____, está sendo convidado(a) a participar voluntariamente da pesquisa **Analisar e Jogar: um possível entrelaçamento de jogos e análise de modelos matemáticos para a discussão de questões ambientais**. Você foi escolhido(a) por fazer parte do público alvo da pesquisa, o qual é composto por adolescentes e adultos dispostos a participar da investigação sobre jogos e ensino de matemática.

A pesquisa está sendo desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) **Rafael Eduardo Ferronatto Fontanella**, que cursa Mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. **Cristina Cavalli Bertolucci**, a quem você poderá contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (51) xxxxxxxxx ou e-mail tinabertolucci@gmail.com.

O objetivo desta pesquisa é analisar possíveis contribuições de um entrelaçamento de Jogos com Análise de Modelos no ensino de matemática.

Para isto, solicitamos a sua especial colaboração na pesquisa, a qual ocorrerá por meio de entrevista e por meio de participação em encontro, em que seu trabalho, suas discussões com os demais participantes (gravação em áudio) e suas produções serão analisadas. Estima-se que sejam investidas 3 (três) horas para a realização do encontro referente às tarefas propostas. O local de realização deste encontro é o gabinete da professora orientadora da pesquisa, que é a sala 414 (quatrocentos e catorze) da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os/As participantes têm direito a receber ressarcimento com custos de deslocamento (no valor mínimo equivalente a passagens de transporte público).

A produção dos dados acontecerá a partir de três etapas principais, que ocorrerão em um único encontro, de aproximadamente 3 (três) horas.

1. Entrevista semiestruturada com cada um dos participantes da pesquisa, a fim de fazer uma sondagem sobre as percepções deles com relação a questões ambientais.
2. Os participantes da pesquisa serão convidados a jogar partidas do jogo *Pindorama: Em Chamas*, discutindo ideias e estratégias envolvidas no jogo.
3. Será proposto um momento de conversa aberta entre os participantes da pesquisa e o pesquisador sobre a experiência com o jogo.

O uso das informações decorridas da sua colaboração (gravação em áudio) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas por um código alfanumérico. No caso de fotos e filmagem obtidas durante sua participação, elas também serão utilizadas exclusivamente em atividades acadêmicas, sem identificação. Todas as informações fornecidas serão armazenadas sob responsabilidade do pesquisador por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Com relação aos riscos da pesquisa:

1. Os(as) participantes podem se sentir desconfortáveis com a proposta por não estarem acostumados a práticas do tipo;
2. Os(as) participantes poderão sentir constrangimento, desconforto, estresse ou cansaço ao responder às perguntas feitas pelo pesquisador;

As maneiras desses riscos serem atenuados são:

1. O(a) participante receberá todo o apoio do pesquisador no sentido de minimizar este desconforto, tal como resposta a dúvidas e o incentivo para superar essa adaptação;
2. Será garantido período de descanso a qualquer participante que necessitar. Quanto à possibilidade de constrangimento ao responder às perguntas, nossa ação será a de acolhimento de cada participante, esclarecendo, acalmando e explicando que não há razão de constrangimento, assim como, deixando cada uma/um livre para a não participação na atividade, consequentemente, na pesquisa a qualquer momento.

Já com relação aos benefícios da pesquisa, o(a) participante terá a oportunidade de experienciar uma abordagem de ensino de matemática com potencial para desenvolver olhares diferentes tanto para jogos e brincadeiras, quanto para situações mundanas, por meio da discussão de temas importantes como as questões ambientais e a emergência climática.

A sua colaboração não envolve nenhum tipo de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, o(a) participante tem direito a assistência e a buscar indenização, conforme Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 19, Parágrafo 2. O pesquisador se colocará à disposição para responder quaisquer dúvidas que os participantes eventualmente manifestarem.

Todos os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do/a pesquisador(a), por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa (Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 28, Inciso IV).

A sua participação é muito importante e é voluntária. Você poderá se recusar a responder perguntas do pesquisador ou a participar da pesquisa a qualquer momento, não havendo prejuízo de nenhuma forma se essa for sua decisão. Caso não concorde com a gravação de sua imagem e som, o(a) participante é orientado(a) a não participar da pesquisa. A sua colaboração se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por você assinado.

Caso necessite de qualquer esclarecimento, peço que entre em contato comigo, a qualquer momento, pelo telefone (54) xxxxxxxxx ou pelo e-mail rafaelffontanella@gmail.com. Estou disponível para prestar informações adicionais.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Meios de contato com o CEP UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308

3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30h.

Você receberá uma via deste documento, assinada por você e pelo pesquisador.

Obrigado pela sua colaboração.

- Li e concordo em participar da pesquisa.

Autorização do Uso de Imagem e Voz:

- SIM, autorizo a gravação E/OU divulgação de minha imagem e/ou voz, com uso de efeitos para a sua não identificação, em atividades acadêmicas.

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

_____

Assinatura do pesquisador responsável

_____

Assinatura do(a) participante