

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS campus SOROCABA

CCGT - CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA

Sandro Gabriel Libretti Prestes

**ECO BOARD GAME: O JOGO DE TABULEIRO PARA EDUCAÇÃO NA
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Sorocaba

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCGT - CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
UFSCAR SOROCABA

Sandro Gabriel Libretti Prestes

**ECO BOARD GAME: O JOGO DE TABULEIRO PARA EDUCAÇÃO NA
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientação: Prof. Dr. Diogo Aparecido Lopes Silva e Prof. Dra. Juliana Veiga Mendes

Financiamento: CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de nível Superior

Sorocaba

2024

Prestes, Sandro Gabriel Libretti

Eco Board Game: o jogo de tabuleiro para educação na produção sustentável / Sandro Gabriel Libretti Prestes -- 2024.
114f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Diogo Aparecido Lopes Silva

Banca Examinadora: João Eduardo Azevedo Ramos da Silva, João Lúcio de Barros

Bibliografia

1. Engenharia de produção. 2. Gamificação e aprendizagem educacional. 3. Produção ambientalmente responsável. I. Prestes, Sandro Gabriel Libretti. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

RESUMO

PRESTES, SANDRO GABRIEL LIBRETTI. **Eco Board Game**: o jogo de tabuleiro para educação na produção sustentável. Dissertação – Universidade Federal de São Carlos, *campus Sorocaba*, 2024.

A produção sustentável é proeminente no contexto global atual, o que exige uma abordagem educacional eficaz, a fim de engajar as gerações atuais e futuras. Este estudo aborda a proposta e teste prático de um jogo de tabuleiro (o ECO BOARD GAME) como ferramenta educacional para promover o conhecimento de conceitos da produção sustentável, no espaço acadêmico, para alunos do ensino superior. A problemática central que este trabalho pretendeu solucionar é a contribuição sobre o ensino para produção sustentável para essa lacuna, bem como a dificuldade em engajar os alunos de forma eficaz nesse tema. O principal objetivo deste estudo foi desenvolver um jogo de tabuleiro que abordasse conceitos e práticas relacionadas à produção sustentável e, conseqüentemente, os objetivos secundários envolveram a avaliação da eficácia deste jogo como ferramenta educacional. Para tanto, o projeto do jogo considerou aspectos como mecânica, componentes e objetivos educacionais a partir de uma revisão documental e da literatura e, testado o modelo de jogo em um ambiente acadêmico com um grupo de alunos do ensino superior, para avaliar a eficácia do jogo. Os resultados demonstraram que o ECO BOARD GAME foi capaz de promover a capacitação/compreensão dos participantes sobre os princípios da produção sustentável, além de estimular discussões e reflexões sobre o tema de forma clara e coesa. No geral, as expectativas para com a qualidade do jogo foram atendidas em 84% dos quesitos analisados sobre as dimensões de tangibilidade, confiabilidade, responsividade, segurança e empatia. As conclusões indicam seu potencial como ferramenta educacional, por exemplo, nos cursos de Engenharia. No entanto, é importante destacar que o sucesso dessas intervenções depende não apenas do design do jogo, mas também do contexto educacional, como seu conteúdo técnico e sua respectiva utilização pedagógica, em que são implementadas e do suporte contínuo dos educadores durante o uso dessa ferramenta.

Palavras-chaves: Engenharia de Produção. Gamificação. Aprendizagem Educacional. Produção Ambientalmente Responsável.

ABSTRACT

Sustainable production is prominent in the current global context, which requires an effective educational approach in order to engage current and future generations. This study addresses the proposal and practical testing of a board game (the ECO BOARD GAME) as an educational tool to promote knowledge of sustainable production concepts in the academic environment for higher education students. The central problem that this work intended to solve is the contribution of teaching sustainable production to this gap, as well as the difficulty in effectively engaging students in this topic. The main objective of this study was to develop a board game that addressed concepts and practices related to sustainable production and, consequently, the secondary objectives involved the evaluation of the effectiveness of this game as an educational tool. To this end, the game design considered aspects such as mechanics, components and educational objectives based on a documentary and literature review, and the game model was tested in an academic environment with a group of higher education students to evaluate the effectiveness of the game. The results demonstrated that the ECO BOARD GAME was able to promote the training/understanding of participants on the principles of sustainable production, in addition to stimulating discussions and reflections on the topic in a clear and cohesive manner. Overall, expectations regarding the quality of the game were met in 84% of the analyzed items on the dimensions of tangibility, reliability, responsiveness, safety and empathy. The conclusions indicate its potential as an educational tool, for example, in Engineering courses. However, it is important to highlight that the success of these interventions depends not only on the design of the game, but also on the educational context, such as its technical content and its respective pedagogical use, in which they are implemented and on the continuous support of educators during the use of this tool.

Keywords: Production Engineering. Gamification. Learning Educational. Environmentally Responsible Production.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIÇÃO	PÁGINA
Figura 1	- Número de artigos por área do conhecimento e por países.	26
Figura 2	- Análise geográfica dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.....	32
Figura 3	- Análise SWOT geral da revisão documental (barras e radar).	40
Figura 4	- Fluxograma geral metodológico da dissertação.....	44
Figura 5	- Fluxograma de refinamento PRISMA para a revisão sobre jogo de tabuleiro e produção sustentável.....	45
Figura 6	- Fluxograma metodológico da revisão documental.	47
Figura 7	- Modelo CANVAS para o jogo de tabuleiro em EPS a ser desenvolvido.	49
Figura 8	- Adaptação do “design” ADDIE de criação de modelo instrucional para o jogo ECO BOARD GAME.	51
Figura 9	- Cenário inicial do jogo de tabuleiro, contendo o tabuleiro e estojo. Capacete, colete, crachá e demais itens são ilustrativos, servindo de opção para que cada jogador vista previamente ao início do jogo.	54
Figura 10	- Encarte das regras do jogo.	56
Figura 11	- a) Estojo com os elementos básicos do jogo; b) Tabuleiro.	64
Figura 12	- Demais elementos básicos do jogo: I) dados de movimentação; II) cartas de sorte-revés; e III) personagens do jogo – bonecos multicoloridos, sendo: (a) capacete, representativo da função “ <i>process</i> ” – processo; (b) capacete, representativo da função “ <i>supplier</i> ” – fornecedor; (c) capacete, representativo da função “ <i>customer</i> ” – cliente.....	65
Figura 13	- "STORYTELLING" (exemplo: empresa fictícia EngS USINAGEM).	67
Figura 14	- Cartas “PDCA” FASE PLAN - “SIPOC”.	70
Figura 15	- Cartas “PDCA” FASE DO - “SIPOC”.	71

Figura 16 - Cartas “PDCA” FASE CHECK - “SIPOC”.	72
Figura 17 - Cartas “PDCA” FASE ACT - “SIPOC”.	73
Figura 18 - "Template” SORTE-REVÉS.	75
Figura 19 - Template da função PRODUÇÃO no SIPOC do jogo.	76
Figura 20 - “Template” do “REPORT A3” para “setup” diagnóstico.	77
Figura 21 - "Template” do “REPORT A3” para RESULTADOS.	78
Figura 22 - “Template” do “REPORT A3” para DESCRITIVO.	79
Figura 23 - “Template” do nível de maturidade do conhecimento.	80
Figura 24 - Validadores de conhecimento - INSÍGNIAS.	81
Figura 25 - Resultados da 1ª rodada de testes do ECO BOARD GAME ocorrida em 26/04/2024.	85
Figura 26 - Resultados da 2ª rodada de testes do ECO BOARD GAME ocorrida em 05/09/2024.	86
Figura A 1 - Principais “clusters” dos artigos selecionados da pesquisa exploratória.	98
Figura A 2 - Caracterização da análise qualitativa – nuvem de palavras, dos artigos selecionados para leitura profunda da revisão da literatura.	99
Figura A 3 - Caracterização da análise qualitativa – dendrograma, dos artigos selecionados para leitura profunda da revisão da literatura.	100
Figura A 4 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PRODUTO (premissas-restrições).	102
Figura A 5 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PRODUTO (tipos de jogos -comerciais).	103
Figura A 6 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PRODUTO (recursos utilizados).	104

Figura A 7 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco na PROPOSTA DE VALOR (“design brief”).	105
Figura A 8 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PEDAGÓGICO (conceitos aprendidos).	106
Figura A 9 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PEDAGÓGICO (habilidades treinadas).	107
Figura A 10 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no USUÁRIO (público-alvo).	108
Figura A 11 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no USUÁRIO (motivação).	109
Figura A 12 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no USUÁRIO (benefícios futuros).	110

LISTA DE TABELAS

TABELA	DESCRIÇÃO	PÁGINA
Tabela 1	- Matriz SWOT sobre as características de jogos de tabuleiro.....	28
Tabela 2	- Análise qualitativa dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.	33
Tabela 3	- Análise SWOT dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.....	39
Tabela 4	- Materiais e elementos do jogo.....	55
Tabela 5	- Ranqueamento dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.	59
Tabela A 1	- Caracterização da SWOT nos principais jogos de tabuleiros em EPS.....	101
Tabela A 2	- Síntese da percepção da 1ª rodada de testes, realizada em 26/04/2024, pela matriz SWOT, pelo grupo de participantes do Grupo EngS da UFSCar campus Sorocaba. .	111
Tabela A 3	- Síntese da percepção da 2ª rodada de testes, realizada em 05/09/2024, pela matriz SWOT, pelo grupo de participantes do Grupo EngS da UFSCar campus Sorocaba. .	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABREVIATURA	SIGLA
ADDIE	<i>Analyze, Design, Development, Implement, Evaluation</i>
ENGS	Engenharia de Sustentabilidade (Grupo de Pesquisa)
BG	<i>Board Games</i>
CIL	<i>Collaborative and Interdisciplinary Learning</i>
CRS	<i>Centre for Systems Solutions</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
EA	Educação Ambiental
EPS	Educação para Produção Sustentável
GBL	<i>Game Based Learning</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NMDC	Nível de Maturidade do Conhecimento
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
RPG	<i>Role Playing Game</i>
SIPOC	<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i>
STO	<i>Storytelling</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNRIC	<i>United Nations Regional Information Centre</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos específico da pesquisa:	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Educação para Produção Sustentável	16
2.2 Aprendizagem baseada em jogos e gamificação	18
2.3 Gamificação para EPS.....	20
2.4 Resultados da revisão de literatura e documental	25
2.5 Análise dos principais “BOARD GAMES” para EPS	32
2.6 Análise SWOT dos BG’s para EPS.....	37
3. METODOLOGIA	41
3.1 Pesquisa bibliográfica e documental	42
3.2 Design e materialização do jogo	48
3.2.1 Etapa de “design”	52
3.2.2 Etapa de desenvolvimento.....	52
3.2.3 Etapa de protótipo	52
3.2.4 Etapa de testes	53
3.2.5 Materiais e regras do jogo ECO BOARD GAME.....	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 Considerações dos principais jogos de EPS	58
4.2 Resultados sobre o funcionamento e dinâmica do jogo ECO BOARD GAME.....	62
4.3 Resultados dos testes piloto do jogo ECO BOARD GAME.....	81
5. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	92
APÊNDICE - A	98

1. INTRODUÇÃO

O conceito de manufatura sustentável consiste basicamente em três elementos: seleção de medidas adequadas para avaliar a sustentabilidade da fabricação, a identificação de áreas negligenciadas ao conceito de sustentabilidade e adaptações para melhoria da sustentabilidade na fabricação (HASHIM *et al.*, 2021). Estrategicamente, adotar esses elementos de manufatura sustentável tem se tornado essencial em grandes, pequenas e médias indústrias, podendo variar de indústria para indústria sua priorização, devido às diferentes características organizacionais como por exemplo, opções de gerenciamento, finanças e recursos limitados, nível de flexibilidade, estrutura, disponibilidade de mão de obra qualificada, clientes e mercados (HASHIM *et al.*, 2021).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), a produção sustentável é caracterizada pela incorporação de melhores alternativas para minimizar impactos ambientais e sociais ao longo do ciclo de vida dos bens e serviços e que mostrem economicamente viável. Portanto, enquanto a Manufatura Sustentável foca na melhoria do chão de fábrica principalmente, a Produção Sustentável tem uma visão mais holística sobre a indústria e seus efeitos em toda a cadeia de valor em termos de desempenho em sustentabilidade (LOPES SILVA, SILVA e OMETTO, 2016).

Assim, as empresas que seguem a tendência da Produção Sustentável agem dentro de uma lógica em que se busca, minimizar as emissões de gases do efeito estufa, utilizando ao máximo fontes de energia mais limpas e procuram aumentar a vida útil de seus produtos e matérias-primas, reinserindo-os em novas cadeias produtivas (LOPES SILVA, SILVA e OMETTO, 2016). De acordo com o órgão da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023), deve-se considerar que os padrões insustentáveis e desenfreados de consumo da sociedade como um todo, necessitam de uma urgente revisão.

Para auxiliar neste processo de mudança, surge, então, a necessidade da Educação para a Produção Sustentável (EPS), desde a formação da Educação familiar até a Educação escolar, promovendo nesse contexto, a aprendizagem e engajamento das pessoas envolvidas nesse processo de ensino-aprendizagem, principalmente na formação das diversas graduações na cadeia produtiva.

Nesse sentido, a Educação sob a forma de ferramenta da Gamificação e, em específico, as ações de promoção do conhecimento voltadas à preservação ambiental, têm se tornado fortes aliadas da produção sustentável e colaboram significativamente com ações e melhorias para conter e reverter os impactos negativos dessa degradação ambiental (CONNOLLY, T. M. *et al.*, 2012).

A EPS é um tema que o *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2024) estabelece como essencial para a promoção, entre outros, da Agenda 2030, principalmente quanto ao atingimento das metas relacionadas ao ODS 12 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, focado na produção e consumo responsáveis. O relatório “*Global Resources Outlook*”, da UNEP (2024), também mostra que quem mais sofre com os danos ao meio ambiente, tais como as mudanças climáticas, perda de biodiversidade entre outros problemas, são as regiões menos desenvolvidas socioeconomicamente e um dos pilares que explicam tal correlação é a falta de uma Educação orientada à sustentabilidade, nessas regiões. Assim, torna-se premente desenvolver propostas que contribuam para suplantam essa lacuna, especialmente em regiões emergentes, como é o caso do Brasil.

A gamificação é considerada uma forma de aprendizagem participativa complementar, que pode aumentar a atratividade do processo educacional e impactar a aquisição de conhecimento, a compreensão, a motivação da aprendizagem, a percepção, as habilidades cognitivas, o comportamento e o desempenho social. Uma forma comum de gamificação são os jogos de tabuleiro educativos, entretenimento interativo e pró-intelecto, que treinam a cognição e a resiliência mental dos alunos e que envolvem competição saudável (SHOOK *et al.*, 2009) e (MAYER *et al.*, 2010). Esse recurso permite que os alunos compreendam conceitos mais rapidamente do que em sistemas tradicionais de aulas expositivas, conforme posicionam-se Lu e Shi *et al.*, (2016).

Portanto, conforme Connolly *et al.* (2012), a proposta de gamificação para a EPS é um tema incipiente e pode colaborar para um melhor processo de ensino-aprendizagem de conceitos sobre produção sustentável no ensino superior, para alunos que atuarão na cadeia produtiva. Tal afirmação também foi recentemente corroborada por Leal Filho *et al.*, (2023), trazendo a atenção, na qual deve ser dada, às necessidades de revisar currículos de ensino e programas/projetos de pesquisa para que incluam os temas ligados a sustentabilidade e as ODS.

Dessa forma, a questão de pesquisa que esta dissertação buscou responder foi: como propor e criar um jogo de tabuleiro, centrado na EPS, no qual possa contribuir para a promoção

da produção sustentável em um ambiente instrucional acadêmico destinado a graduação dos cursos de Engenharias de produção?

Diante desse cenário, foi necessário, então, compreender como a utilização de jogos de tabuleiros para o desenvolvimento profissional e acadêmico tem sido tratada pela literatura da área, sobretudo quais são seus pontos fortes e fracos, quais oportunidades oferecem, quais são seus princípios de funcionamento, suas características e que regramentos estão estabelecidos em tal literatura. Esses elementos permearam e fomentaram as questões dessa dissertação, uma vez que o processo de criação de um jogo de tabuleiro tão específico requer aprofundamento relativo à construção da aprendizagem que se deseja mediar durante a execução da proposta, a fim de se efetivar a retenção do conhecimento.

Diante dessas considerações, essa dissertação propôs, como objetivo geral, responder a essa pergunta norteadora, para o desenvolvimento de um jogo, intitulado “ECO BOARD GAME” através de uma metodologia instrucional ou também conhecida como design instrucional, definida como o processo sistemático de planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação de experiências de aprendizagem. Este processo buscou resolver problemas educacionais identificados, utilizando princípios pedagógicos e tecnológicos para criar materiais e estratégias de ensino que atendam às necessidades específicas dos alunos.

A partir da revisão documental e de literatura relevante da área, o jogo foi, então, criado e, posteriormente, testado em ambiente acadêmico, com a intenção de amparar a resposta à questão de pesquisa.

1.1 Objetivos específico da pesquisa:

- Realizar uma revisão documental e da literatura sobre design de jogos educacionais;
- Levantar e identificar o uso de jogos para fins educacionais, que se caracterizassem teoricamente o seu contexto educacional e, assim possibilitar as seguintes ações:
 - Enfatizar os elementos-chave que promovem a fluidez, o entretenimento e a interatividade, no contexto educacional;
 - Levantar aspectos de design de jogos, bem como seus objetivos;

- Definir objetivos da aprendizagem, específicos da área de EPS para público-alvo, sendo esses, graduandos em cursos da área de negócios e gestão ou da área de gestão da produção, ou profissionais da cadeia produtiva;
- Prototipar um jogo de tabuleiro com finalidade de EPS;
- Avaliar a efetividade do jogo na construção da aprendizagem, por meio da análise de sua qualidade frente ao público-alvo, sendo esses, graduandos em cursos da área de negócios e gestão ou da área de gestão da produção, ou profissionais da cadeia produtiva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Conforme UNEP (2024), há necessidade de aprofundamento sobre o tema de Produção Sustentável no mundo todo, inclusive na esfera educacional e, embora o interesse pelo assunto esteja aumentando, alguns países ainda não incluíram a sustentabilidade em seus currículos pedagógicos, especialmente nos países em desenvolvimento, o que revela populações menos favorecidas e mais expostas aos problemas relacionados às mudanças do clima, à perda de biodiversidade e ao aumento da poluição.

Afinal, para UNEP (2024), existe uma correlação clara entre os países mais evoluídos, no âmbito da EPS, e a minimização geral de impactos ambientais e socioeconômicos, além de um maior atingimento das metas propostas pela Agenda 2030.

Dessa forma, esta revisão buscou as literaturas sobre educação para sustentabilidade, bem como sobre aprendizagem baseada em jogos e gamificação e, finalmente, sobre jogos voltados especificamente, à sustentabilidade.

2.1 Educação para Produção Sustentável

Ao analisar, especificamente, os cursos de Engenharia, a EPS se mostra como um desafio na atualidade, pois muitos deles ainda não contemplam assuntos sobre Produção Sustentável ou Manufatura Sustentável, e pouco avançam para uma inserção mais forte nas práticas pessoais e/ou organizacionais (SOUZA *et al.*, 2022). Um dos aspectos mais evidentes é a necessidade de maior inclusão de projetos e atividades que desenvolvam conhecimentos sistêmicos e

transdisciplinares, bem como uma interação mais significativa dos projetos com as comunidades em que estão inseridos (CABEDO *et al.*, 2018; OLSEN *et al.*, 2018).

Além disso, o conhecimento tácito e cognitivo promovido pelos educadores, para que haja a construção do conhecimento, devem fornecer meios para auxiliar no processo intelectual dos educandos em vários estágios de escolaridade (CORREIA *et al.*, 2017).

As oportunidades, entretanto, são diversas e abrangem desde o uso de elementos da Produção/Manufatura Sustentável em disciplinas de projetos, as dinâmicas e atividades em grupo, que permitem maior reflexão e debates sobre questões de sustentabilidade e que tornam a compreensão mais direta e atraente aos alunos (GIUSTI *et al.*, 2021).

No entanto, a formação do público-alvo, sendo esses, graduandos em cursos da área de negócios e gestão ou da área de gestão da produção, ou profissionais da cadeia produtiva necessitam de esforços para trazer avanços para a construção do conhecimento sobre sustentabilidade (MERRITT; HALE; ARCHAMBAULT, 2019), uma vez que a formação desse público é considerada um fator importante para se atingir os ODS (LEAL FILHO *et al.*, 2018).

Assim, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, convergindo para o propósito da Educação para a Produção Sustentável, tem como objetivo desenvolver a capacidade dos indivíduos, aprimorando seus conhecimentos e habilidades para se comportarem de maneira mais sustentável (MERRITT; HALE; ARCHAMBAULT, 2019).

Para essa finalidade a ferramenta de gestão PDCA e SIPOC, representam visualmente os elementos-chave de um processo em relação ao seu contexto mais amplo. (PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T. A. 2010)

Essa ferramenta de gestão é frequentemente representada em forma de diagrama, no qual cada componente é listado em colunas separadas, proporcionando uma visão holística do processo e ajudando a identificar os pontos de entrada e saída, bem como as partes interessadas envolvidas, e garantir que todos os aspectos importantes de um processo sejam considerados e compreendidos, o que pode facilitar a identificação de oportunidades de melhoria, bem como a comunicação eficaz entre as equipes envolvidas e sua lógica de intervenção do diagrama “SIPOC” está ligada às principais vantagens trazidas aos esforço de análises, como o apoio à identificação dos limites dos processos do projeto de construção desse jogo de tabuleiro. (FLEACA, 2023).

Tanto o “*PDCA*” quanto o ciclo “*SIPOC*” têm origem no contexto da filosofia de produção “*Lean Seis Sigma*” (PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T. A. 2010) e servem para descrever, de forma rápida, fácil e visual, os principais elementos que integram um processo produtivo

2.2 Aprendizagem baseada em jogos e gamificação

Na intenção de colaborar com os avanços da Educação sobre a Produção Sustentável, a proposta da gamificação pode ser um caminho eficaz, pois, por meio de jogos de tabuleiro, espera-se que ela auxilie os discentes no objetivo maior de compreender as pluralidades de suas relações consigo, com os outros e com o espaço que ocupam como sujeitos de saber, contribuindo, assim, para a construção de sentido e de ludicidade na própria atividade de aprender (FARDO, 2022).

Não se trata apenas de desenvolver jogos completos, mas sim de usar atributos de jogo para impulsionar o engajamento, fortalecer as habilidades ou as mudanças de comportamento por meio daquilo que se aprendeu durante o jogo, ou seja, a gamificação se vale dos elementos e mecânicas de jogo, mas em contextos não relacionados exatamente à diversão (MAZARAKIS *et al.*, 2022). Na gamificação, o participante não precisa jogar um jogo inteiro do início ao fim; entretanto, ele participa de atividades que incluem os fundamentos de jogos como: ganhar pontos, superar um desafio ou receber bônus/brindes por concluir tarefas (KALLEVIG, 2015), mas voltadas a um objetivo específico como, a Educação para Produção Sustentável.

Portanto a gamificação tem permeado a Educação, como estratégia para melhorar o desempenho do ensino-aprendizagem e os resultados sugerem que a gamificação influencia o desenvolvimento individual de cada público e pode impactar positivamente nos resultados da sua formação e das organizações nas quais seguirem sua vida profissional (RODRIGUES, *et al.*, 2019). Pesquisas mostram que sistemas de recompensa gamificada baseados em insígnias, tabelas de classificação e avatares modificam o ambiente de aprendizagem e as atitudes dos alunos de forma positiva RINCON-FLORES *et al.*, 2023).

O design do espaço físico para o processo de ensino-aprendizagem também deve ser levado em consideração, de modo que o ambiente de aquisição do conhecimento possa apoiar e estimular outras atividades relevantes, tais como a socialização e a ludicidade (brincadeiras)

e, de acordo com De Souza *et al.*(2020), levar em consideração que o potencial dos estruturas físicas e ou eletrônicas devem propiciar atividades essenciais de aprendizagem lúdica.

Tais atividades devem ser apresentadas através da sua tradução gráfica, numa lista de padrões de “*design*” com configurações arquitetônicas que valorizem a socialização e a brincadeira, mas de modo a potencializar as relações de ensino e absorção do arcabouço técnico, em cujo qual o objetivo do jogo pretende se fazer presente.

Assim, tecnicamente, até mesmo a configuração do design do jogo contribui para que as pedagogias sejam impulsionadoras e apoiem o desenvolvimento cognitivo dos alunos, com base em atividades visuais, auditivas, de leitura e de escrita, além de atividades sensoriais cinestésicas, as quais também se aplicam às brincadeiras e reforçam a aquisição de conhecimentos, as habilidades sociais, a criatividade, a pró-atividade, a coordenação olho-mão e motora e a resolução de problemas (DE SOUZA *et al.*,2020).

A percepção está interligada à ação, pois a ação ajuda a detectar propriedades ambientais que, por sua vez, estimulam outras ações que, estão vinculadas ao que o ambiente proporciona (HEFT, 2010).

Suas “*Affordances*” (denominadas de conteúdos), são propriedades perceptíveis do ambiente que têm significado funcional para um indivíduo e são um conceito poderoso a ser explorado no design escolar, as quais são examinadas, como espaços de transição em instituições de ensino, podem ser usados como espaços sociais para aprendizagem, analisando como os estudantes percebem e utilizam esses ambientes para suas atividades, conectando o design espacial com o comportamento e as necessidades dos alunos (AZIZ; SAID, 2015)

E que, ainda com relação ao design do espaço físico, ressaltando-se que a percepção e, a combinação invariável das variantes dos contextos, das aplicabilidades dos jogos, são conceitos-chave, a serem explorados nos processos de projeto arquitetônico do espaço a ser utilizado, a fim de estimular respostas comportamentais específicas ao ambiente construído. (GIBSON, 1966)

Logo, aplicar as modalidades de ensino-aprendizagem, como por exemplo, as “PBL”, “*problems based learning*”, “CIL”, “*collaborative and interdisciplinary learning*” e “STO”, “*Storytelling*”, conduzem a um design instrucional bem projetado e testado, possibilitando a criação de oportunidades para que as áreas de conteúdos de aprendizados significativos, floresçam conforme De Souza *et al.*, (2020).

Dada a importância de projetar um bom sistema educacional para enfrentar problemas mal definidos no mundo real, a importância de examinar os métodos existentes em design instrucional, suas características, vantagens e desvantagens neste estágio é inegável que são essenciais para a construção gráfica do entorno lúdico de aprendizado, com as estruturas físicas dos espaços destinadas a uma característica agradável e ideal para a jogabilidade, e que reforçam a descrição de atividades lúdicas, que possuem um profundo valor para a Educação.

Quanto ao uso de jogos de tabuleiro, de acordo com TSAI *et al.*, 2021, corroboram que os resultados de pesquisas indicam que, para a EPS, promovem um bom efeito na aprendizagem, pois podem ajudar os participantes a melhorarem sua compreensão dos conceitos sobre biodiversidade e conservação, mudanças climáticas, igualdade de gênero, etc. e, assim, aumentarem a sua capacidade de tomar decisões em prol da sustentabilidade.

Os jogos permitem e promovem o pensamento interdisciplinar e sistêmico, bem como a construção de habilidades para a vida, tais como comunicação, além da colaboração em equipe, com oportunidade de integração das dimensões técnica e humana na tomada de decisão (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

2.3 Gamificação para EPS

Como marco de data, um pouco antes dos anos de 2000, o papel da Educação, especialmente da formação pessoal e profissionalizante baseado na promoção da vida sustentável e do desenvolvimento sustentável, ganhou o interesse de muitos pesquisadores em todo o mundo, e inclusive na indústria (KALSOOM; QURESHI; KHANAM, 2018).

A gamificação tem raízes em técnicas de engajamento e motivação que remontam aos primórdios da psicologia comportamental e do design de jogos e pesquisadores como SKINNER (1974), exploraram o uso de recompensas e *feedbacks* para influenciar o comportamento humano.

Com o aumento da tecnologia digital e a popularização da internet, empresas começaram a explorar maneiras de envolver e reter usuários online ou, ainda, de como a gamificação poderia colaborar no processo de treinamento nas corporações (CHEN, HO, 2022). Mais recentemente, a EPS passou a se fortalecer, mas ainda carece de ferramentas práticas que

possibilitem uma maior eficácia do seu processo ensino-aprendizagem (TILVAWALA, K. *et al.*, 2023).

No contexto atual, a gamificação tem ganhado destaque como uma estratégia para melhorar a interação do usuário com produtos e serviços.

Dessa maneira, a gamificação, tornou-se uma tendência global, sendo adotada em uma variedade de setores, incluindo educação, saúde, marketing e recursos humanos, e as empresas perceberam o potencial da gamificação para aumentar o engajamento do cliente, melhorar a produtividade dos funcionários e promover comportamentos saudáveis.

E de modo que, no cenário atual, ainda em mudanças constantes, as metodologias ativas ganham destaque na área da educação devido à eficiência em promover a construção do conhecimento autônomo pelos alunos, tornando as práticas pedagógicas mais interessantes.

É importante ressaltar que, a figura do professor continua sendo fundamental para mediar os processos de aprendizagem e dentre as metodologias ativas, destaca-se a Gamificação, pois instiga os alunos de forma lúdica e atrativa e sua abordagem adequada, estimula a participação ativa dos alunos, desenvolvendo habilidades e possibilitando a aplicação dos conhecimentos em situações reais (WETTERICH; COSTA, 2022).

Além desses pressupostos, é importante destacar também o papel crucial da EPS que permeia a Educação Ambiental (EA), das quais dentro de seus princípios e objetivos, estão a busca pela consciência crítica e reflexiva dos cidadãos em relação às questões ambientais e sociais, capacitando-os a transformar a realidade por meio da aquisição de conhecimentos, habilidades e mudança em seus comportamentos (BRASIL, 1999).

O pensamento autônomo e crítico, a ação individual e coletiva, contribui para a tomada de decisões assertivas diante das problemáticas socioambientais, promovendo a preservação do meio ambiente e garantindo a qualidade de vida das espécies vivas do planeta.

A atenção com as questões ambientais é uma tendência e uma emergência mundial, tornando necessário sua prática educativa alinhada às grades curriculares de ensino, de forma transversal e interdisciplinar, amplamente discutida em políticas educacionais e nas orientações de organismos internacionais pelas quais promovem a importância da educação ambiental em residir sua capacidade de sensibilizar as pessoas para as questões ambientais, promovendo uma

compreensão sobre a interdependência entre o ser humano e o meio ambiente (DAMASCENO *et al.*, 2024).

Exemplos da adoção prática dessa ferramenta lúdica podem ser encontrados nos trabalhos acadêmicos de vários pesquisadores, tais como Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon (2011) e Shneiderman (2004) entre outros, bem como nos trabalhos em contextos de política, saúde e educação (LEE & HAMMER, 2011).

Esse desenvolvimento quanto a prática da utilização de ferramentas lúdicas, despertou o interesse dos pesquisadores como potencial para criar ambientes de aprendizagem envolventes com a finalidade de facilitar a colaboração em da aprendizagem em massa, conforme Shneiderman (2004) e a avaliação da eficácia da gamificação em diferentes contextos e seus impactos psicológicos.

Conforme Kapp (2014), quanto aos avanços cronológicos, a gamificação evoluiu, além dos simples sistemas de recompensas, incorporando conceitos mais avançados de “*design*” de jogos, como narrativa, progressão de níveis e mecânicas de jogos sofisticadas, por exemplo, baseadas no RPG (“*role playing game*”).

O padrão específico para progressão utilizado na grande maioria dos jogos é o aprendizado básico das habilidades no início de um nível, incentivando ao jogador, gradualmente a praticar e aprender mais sobre as habilidades aprendidas antes de passar para o próximo nível, no qual o jogador terá que exercitá-las mais e onde ele irá adquirir conhecimento de novas habilidades a serem dominadas.

Esta escala crescente de aprendizado e de resolução de problemas, baseados nas habilidades aprendidas passo a passo, auxiliam os jogadores a fixarem o que foi aprendido e a dificuldade encontrada pelo jogador, depende do ritmo de aprendizado, conforme Gee (2003).

Contudo, a aplicação de jogos ou a gamificação para a EPS são escassos, conforme Tsai *et al.* (2021) e segundo Chappin *et al.* (2017), jogar é uma atividade apropriada, no contexto da aprendizagem para promover o desenvolvimento sustentável. O ensino por meio de jogos pode ser um método eficaz para a educação ambiental e para a divulgação do conceito de desenvolvimento sustentável ao público.

Conforme De Vries e Knol (2011), a tentativa de usar jogos como uma ferramenta para estimular a consciência e as atitudes das pessoas, em relação à sustentabilidade com foco na

economia/conservação de energia, obteve resultados que mostraram o quanto a consciência e as atitudes dos participantes foram significativamente afetadas. Recentemente, há um aumento na investigação sobre a aplicação de jogos para EPS e os tópicos cobrem principalmente campos científicos específicos, relacionados ao desenvolvimento sustentável, incluindo energia, mudanças climáticas e gestão de recursos naturais.

Jogos focados na sustentabilidade ambiental, econômica e social são usados principalmente em ambientes de ensino superior, enquanto a aplicação mais popular está relacionada ao aprimoramento de técnicas por meio de jogos de simulação, conforme Hallinger *et al* (2020). Esses jogos podem imitar problemas do mundo real e fornecem um ambiente seguro para os alunos explorarem, experimentarem e aprenderem.

Gugerell *et al* (2017), explicam que a consciência e a compreensão das pessoas sobre as questões de desenvolvimento sustentável, incentivam os jogadores a adotarem comportamentos sustentáveis e, Rossano *et al* (2018), salientam que a aprendizagem baseada em jogos é considerada, em grande medida, uma das melhores formas de alcançar a aprendizagem de crianças e adultos. A aprendizagem baseada em jogos centra-se nos alunos. O interessante processo de aprendizagem os estimula a adquirirem conhecimentos e habilidades inter-relacionados.

Katsaliaki e Mustaffee, (2015), analisaram os levantamentos de jogos relacionado à EPS e Madani K., *et al* (2017) analisaram os jogos relacionados à gestão ambiental e descobriram que os métodos conhecidos como GBL, “*game based learning*” são úteis. Esse método é baseado em metodologias tais como PBL e CIL, e aborda, portanto, uma metodologia ativa que se apresenta viável ao processo de ensino-aprendizagem na perspectiva de diferentes abordagens didáticas inclusive, a simulação daquelas relacionadas às operações de produção.

O GBL possibilita a criação de ambientes seguros e responsivos, que possibilitam e proporcionam a vivência sistêmica do maior número possível de competências humanas e organizacionais, uma vez que os participantes do jogo devem buscar mobilizar todos os conhecimentos previamente adquiridos, a fim de obterem um bom desempenho durante a partida. Além disso, essa metodologia funciona como instrumento de articulação e promoção do processo educativo, sendo capazes de trazer motivação e sentimento de inclusão (DE OLIVEIRA RANGEL SALIBI, *et al.*, 2021).

Apesar de seu crescimento rápido, a gamificação de jogos enfrenta desafios, incluindo preocupações com privacidade, manipulação comportamental e superficialidade, sem intervenção significativa nos comportamentos. Apesar disso, a gamificação continua a evoluir e se adaptar, com empresas, organizações e espaços acadêmicos buscando maneiras inovadoras de integrar elementos de jogos em suas estratégias de engajamento e de ensino-aprendizagem, como percebido na literatura revisada (CHEN; HO, 2022).

Para isso, e como forma de atenuar os problemas de criação dos jogos gamificados de maneira geral, a utilização de metodologia “ADDIE”, (aplicada as fases de análise, “design”, desenvolvimento, implementação e avaliação), contribuem para o conhecido modelamento de design instrucional, a fim de subsidiar as etapas de conceituação do jogo físico.

O conteúdo inclui as etapas de *design*, estrutura conceitual e regras, conforme Filatro (2008) e os produtos de cada etapa são baseados em diferentes formas de pesquisa em design, e cada etapa não deve ser considerada como uma operação separada, mas deve estar interligada com as etapas seguintes e em “*looping*” ligada às etapas anteriores, como resultado do esforço mútuo e integrado.

O modelo de Filatro (2008) sobre “*design*” instrucional propõe uma abordagem cíclica ou *looping* no processo de desenvolvimento de materiais instrucionais, onde as fases de planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação se interagem de forma contínua e dinâmica. Esse modelo é essencial para garantir que o processo de ensino-aprendizagem seja eficaz, adaptável e ajustado às necessidades dos alunos e do contexto educacional.

O “*looping*” no modelo de Filatro se refere à ideia de que o design instrucional não é um processo linear, mas sim um ciclo em que as etapas de avaliação, feedback e ajustes são recorrentes, permitindo melhorias contínuas no processo instrucional. A cada ciclo, o conteúdo e as metodologias podem ser aprimorados para otimizar o aprendizado.

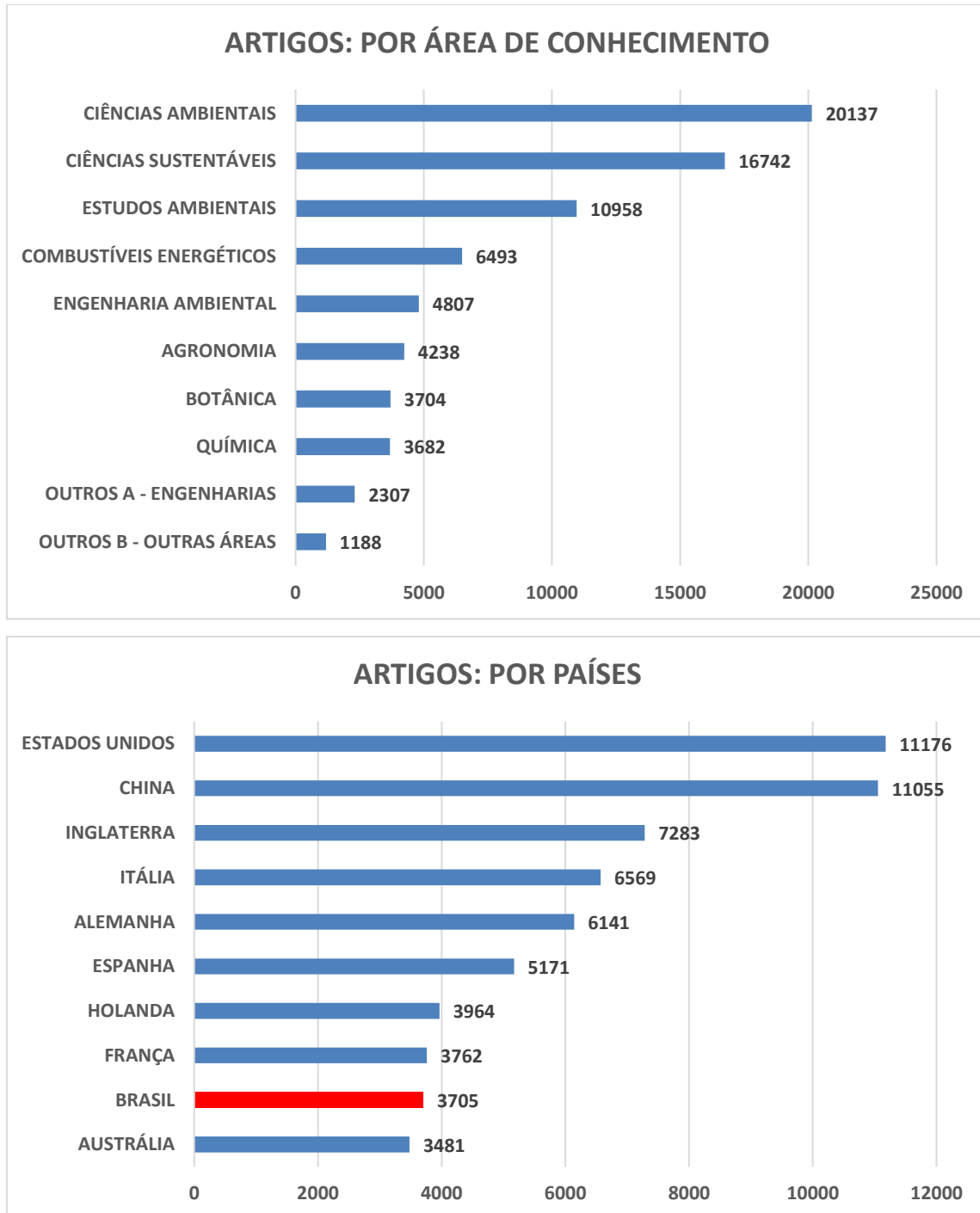
A estrutura, conhecida como metodologia “ADDIE”, é interativa e flexível, permitindo que os “*designers*” instrucionais revisem e ajustem o material de aprendizagem com base nos resultados da avaliação. Essa metodologia proposta é uma ação intencional e sistemática que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a utilização de métodos e técnicas para elaboração de materiais e recursos educacionais, em situações didáticas, a fim de promover a aprendizagem (FILATRO, 2008).

Essa abordagem sistemática, ajuda a garantir que o material de aprendizagem seja eficaz, relevante e atenda às necessidades dos alunos e das organizações. Além disso, é importante observar que cabe ao condutor da atividade, operacionalizar a metodologia ADDIE. Essa metodologia proposta por Filatro (2008), tem sido adotada em jogos do tipo simulação ou jogos “*online*” ou “*off-line*” no computador, sendo pouco adotada em jogos analógicos, ou seja, jogos físicos do tipo tabuleiro, motivando a presente proposta de pesquisa.

2.4 Resultados da revisão de literatura e documental

A pesquisa inicial bibliográfica, de caráter exploratório, sem a aplicação dos filtros de pesquisa orientados à pergunta desta pesquisa, sobre os constructos das palavras chave pesquisada por “*board game**” ou “*sustainab* production*” ou “*manufact**”, nos termos de busca retornou mais de 85.000 documentos entre as bases pesquisadas, sendo aproximadamente 72.000 documentos pela base de dados da “*Web of Science*” e 13.000 documentos pela base de dados da Scopus conforme a Figura 1.

Figura 1 - Número de artigos por área do conhecimento e por países.



Fonte: Base de dados “Web of Science”, pesquisa 08/01/2023

Ficou evidente a necessidade de aprofundar a pesquisa para as características principais de um jogo de tabuleiro, e que propusesse responder à questão desta pesquisa. Assim, o filtro focado em EPS foi aplicado, e depois utilizou-se uma matriz SWOT para avaliar as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas da temática em questão.

A análise SWOT, do acrônimo na qual o S é usado para “*Strengths*”, W para “*Weaknesses*”, O para “*Opportunities*” e T para “*Threats*” foi feita em seguida. Inspirada no trabalho de Batalha e Rachid (2008), a matriz SWOT foi utilizada para amparar a proposta do modelo de jogo desta dissertação, no tema gamificação para EPS.

A matriz SWOT da Tabela 1 revelou os principais destaques para o sucesso da aplicação do uso de jogos de tabuleiros para a EPS. Os seguintes tópicos principais foram construídos: sobre os requisitos/habilidades na interação dos jogadores; sobre como o jogo agrega valor na formação dos jogadores, no contexto de EPS; questões que pudessem levar ao fracasso durante as jogatinas; e as ameaças que pudessem mais impedir o sucesso do jogo.

Tabela 1 - Matriz SWOT sobre as características de jogos de tabuleiro.

“STRENGTHS” (FORÇAS)	“OPPORTUNITIES” OPORTUNIDADES)
<p>O jogo promove as habilidades e interações de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jogabilidade variada, cooperação, competição, interação, integração de resultados, exploração e promoção de tomadas decisórias, em ambiente seguro (PARREIRAS <i>et al.</i>, 2023; RECH <i>et al.</i>, 2019; LANGENDAHL <i>et al.</i> 2017) 2. Aproximação de grupos, aprendizado social, desenvolvimento de pensamento crítico e aprendizado (STOTT <i>et al.</i>, 2013) 	<p>O jogo agrega aos participantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Processos de narrativas e melhorias no envolvimento coletivo, na motivação, no fortalecimento das políticas educacionais e promove reflexão crítica. (PARREIRAS <i>et al.</i>, 2023) (LANGENDAHL, <i>et al.</i>, 2017) 2. Refinamento das propostas pedagógicas e aprendizados construtivistas com uma ferramenta de baixo custo. (STOTT <i>et al.</i>, 2013)
“WEAKNESSES” (FRAQUEZAS)	“THREATS” (AMEAÇAS)
<p>O jogo favorece o fracasso quando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de cooperativismo, interatividade, falta dos regramentos e ausência de engajamento e envolvimento. (LANGENDAHL, <i>et al.</i>, 2017) 2. Falta de estimulação mental, sensorial e social. (LANGENDAHL, <i>et al.</i>, 2017) 	<p>O jogo não caminha para o sucesso quando ameaçado pela falta das seguintes características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mecanização do jogo não estimula a motivação para a jogabilidade. (RECH, <i>et al.</i>, 2019) 2. Avaliação formativa do aprendizado sem uma ambientação descontraída e divertida. (RECH, <i>et al.</i>, 2019) 3. Não gera valor por meio do aprendizado cognitivo e tácito. (PARREIRAS <i>et al.</i>, 2023; RECH, <i>et al.</i>, 2019 e CORREIA <i>et al.</i>, 2017)

Fonte: Elaboração própria (2024)

Assim, foram elencadas as seguintes estratégias, a partir do cruzamento de dados da matriz SWOT, que conduziram para a criação do modelo de jogo de tabuleiro utilizado por esta dissertação:

- **ESTRATÉGIA OFENSIVA: FORÇAS X OPORTUNIDADES.**

Como estratégias ofensivas:

- **DESENVOLVER, INVESTIR, FOMENTAR e UTILIZAR**, jogos de tabuleiro, visando à promoção da EPS para o público-alvo, sendo esses, graduandos em cursos da área de negócios e gestão ou da área de gestão da produção, ou profissionais da cadeia produtiva (cursos de Engenharias), estimulando a relação ‘ganha-ganha’, com foco no aprendizado por meio de interações e envolvimento social, estimulado pelo pensamento crítico do aluno frente a um problema de sustentabilidade relevante na atualidade.

- **ESTRATÉGIA DE CONFRONTO: FORÇAS X AMEAÇAS**

Como ações de enfrentamento:

- **ESTABELEECER, ESTIMULAR e REALIZAR** a interação de ações saudáveis (estímulos) para **MITIGAR e REDUZIR** as ameaças de cunho social, sensorial e mental, envolvidas entre os participantes do jogo.

- **ESTRATÉGIA DE REFORÇO: FRAQUEZAS X OPORTUNIDADES**

Como estratégias de reforço:

- **CRIAR e IMPLEMENTAR**, de maneira estratégica, sistêmica, de baixo custo e com a perspectiva de resposta rápida, a utilização de jogos de tabuleiros de forma lúdica, com o objetivo de **ATENUAR** as problemáticas de sustentabilidade mais atuais.

- **ESTRATÉGIA DE DEFESA: FRAQUEZAS X AMEAÇAS**

Ações que subsidiam as estratégias de defesa:

- **FORTALECER** ações compensatórias para a utilização dos jogos de tabuleiros, de modo a **APROXIMAR** os meios acadêmicos e industriais do acesso às ferramentas gamificadas para aprendizados mútuos.

Conforme observa Parreiras *et al.* (2023), a gamificação no processo de aprendizagem cognitiva está presente em diversas áreas de conhecimento, incluindo a sustentabilidade. Ela busca aumentar a motivação, o engajamento e a satisfação como promotora de mudanças e de

aumento no interesse em aprender, como destacaram Cabot *et al.* (2019), seja estimulando esses ambientes sustentáveis ou no contexto de Educação geral.

Observam Kapp *et al.* (2014) que é possível constatar o uso da gamificação nos negócios (com o intuito de engajar funcionários e fidelizar clientes), na educação (no engajamento de alunos) e na sustentabilidade ambiental (com a finalidade de inspirar e engajar as pessoas em comportamentos ambientalmente positivos, conforme Parreiras *et al.* (2023). Contudo, ainda faltam jogos para EPS mais focados em aspectos organizacionais e de gestão das operações, a partir do estudo dos 14 artigos principais listados por esta pesquisa, sendo este, então, um “gap”, a ser estudado na atualidade.

No contexto da Educação e ambientes sustentáveis, alguns estudos confirmam as vantagens do “*design*” de cenário centrado no indivíduo e na abordagem de aprendizagem baseada em jogo, na construção de conhecimento do tema sustentabilidade (PARREIRAS *et al.*, 2023; LANGENDAHL, *et al.*, 2017 e RECH, *et al.*, 2019), o que proporcionará experiências de aprendizado imersivas, ensinando como fazer (“*know-how*”) e não o que fazer (“*know what*”), conforme Bryceson (2009).

Esse formato de aprendizado, adaptativo e baseado em jogos, consiste em soluções para motivar o indivíduo, abordar o conhecimento voltado a um público grande e heterogêneo, reduzir os custos do ensino-aprendizagem, pois a combinação de tecnologias adaptativas e jogos educacionais não só motivam os alunos e atendem a um público diversificado, mas também oferecem um caminho para reduzir custos no processo educacional.

Isso é alcançado pela diminuição das necessidades de recursos físicos e pela eficiência no uso de tecnologias que permitem uma abordagem mais escalável e acessível, beneficiando tanto os alunos quanto as instituições de ensino em termos financeiros colaborando com os aspectos financeiros da educação e compartilhar recursos e infraestrutura para um desenvolvimento sustentável em sociedade, como bem observam Parreiras *et al.*, (2023).

Assim, os jogos podem ser projetados para resolverem problemas complexos do mundo real de forma colaborativa e, assim, tornarão o processo de aprendizado mais eficiente. Usando cenários de um mundo paralelo, os jogos permitem que os jogadores assumam riscos em locais seguros para atividades do mundo e aprendem a lidar com ambientes complexos e em constante evolução, o que também é resultado desse formato de aprendizagem, conforme Rech *et al.* (2019).

Por exemplo, tomem-se os chamados jogos de RPG (“*role-playing game*”), que apresentam tal potencial de simular problemas complexos do mundo real, de forma colaborativa, que reúnem outros aspectos além dos técnicos e que podem estar envolvidos nos processos de decisão, o que demonstra que o RPG representa um complemento valioso para as principais atividades de ensino, como constata Segoni (2022).

Complementarmente, os jogos podem ser veículos poderosos para avaliar habilidades e comportamentos como persistência, flexibilidade, criatividade, pensamento crítico e desenvolvimento cognitivo, impactando positivamente o desempenho acadêmico desses indivíduos (STOTT *et al.*, 2013). Portanto, sistemas gamificados que estimulem esses comportamentos e misturem a leveza do lúdico com conteúdo sério podem ser utilizados para disseminar mudanças em direção a comportamentos mais sustentáveis, considerando aspectos psicológicos e sociais que influenciem os alunos no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, uma análise documental foi feita com foco nos principais jogos de EPS existentes (ver Apêndice A). A busca revelou “*insights*” para que se pudesse complementar a matriz SWOT feita previamente, servindo de elemento balizador também para a criação do jogo de tabuleiro desta dissertação.

As referências fundamentadas dessa pesquisa, incluem os jogos listados, na plataforma “*Games4Sustainability*”, plataforma especializada em “*games*” sobre sustentabilidade, disponível em: <https://games4sustainability.org>; na plataforma ‘Eco Debate’ plataforma de informação, artigos e notícias sobre temas socioambientais, disponível em <https://www.ecodebate.com.br/>; e na plataforma “*E-cycle*”, plataforma que tem origem no interesse pelas relações de consumo desenvolvidas entre indivíduos e empresas e em seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente, disponível em: <https://www.ecycle.com.br/tabuleiro-sustentavel/>.

A partir da análise dos jogos das plataformas e da triagem feita, tornou-se possível destacar a presença de 14 jogos ou “*board games*” (BG’s) de interesse (do BG-1 ao BG-14). A análise geral permitiu mapear as empresas fabricantes dos jogos e suas respectivas nacionalidades, a fim de identificar os países mais influentes na aplicação de BG para a aprendizagem de conceitos da engenharia de produção.

Os pontos fortes e fracos elencados na análise se relacionam ao ambiente interno, enquanto às oportunidades e ameaças possibilitam verificações relacionadas ao ambiente

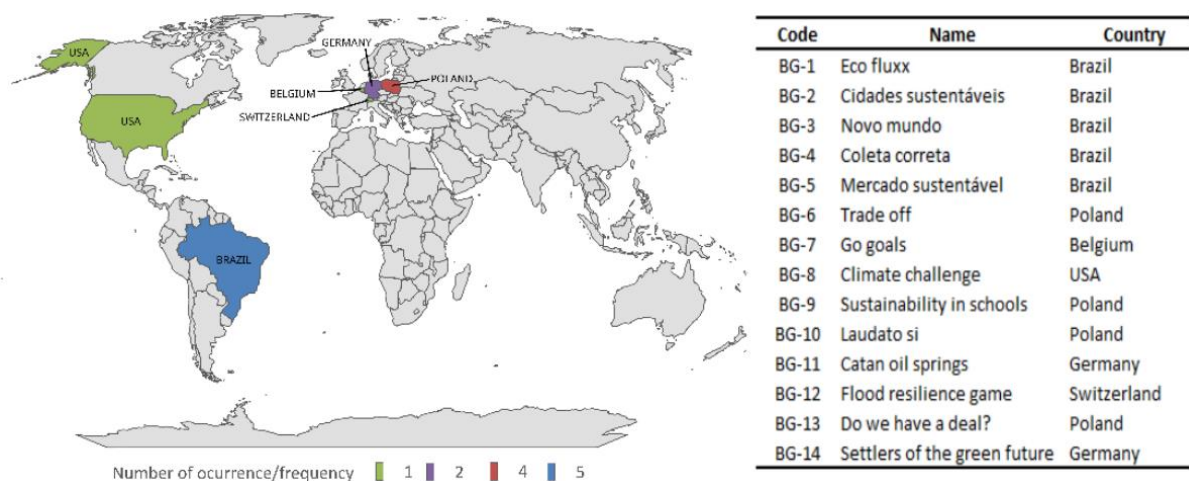
externo de uma organização ou objetivo de análise (HARRISSON, 2010), no caso em questão, os BG's. O uso da análise SWOT se justifica pelo fato dela subsidiar a proposição de planos de ação para aplicação de conceitos e redução de barreiras através da criação de planos focados em propósitos claros e alcançáveis, indo desde estratégias ofensivas, de confronto e de reforço até as focadas em estratégias de defesa, conforme Firmino *et al.*, 2020.

Em seguida, os BG's correlatos ao objetivo do trabalho foram analisados qualitativamente a fim de entender a origem e finalidade de cada um dos jogos e, posteriormente, uma análise mais aprofundada por meio da aplicação da análise SWOT permitindo a consolidação dos principais resultados obtidos.

2.5 Análise dos PRINCIPAIS “BOARD GAMES” para EPS

Optou-se por avaliar a origem dos jogos, seus principais objetivos/características e as respectivas empresas fabricantes. Para tal, foram propostas a Figura 2 e a Tabela 2.

Figura 2 - Análise geográfica dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Tabela 2 - Análise qualitativa dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.

Código	Nome	País	Provedor/ Desenvolvedor	Objetivos e características
BG-1	Eco fluxx	Brasil	COPAG	<p><u>Objetivo:</u> fazer com que as pessoas que estejam jogando aprendam mais sobre biologia, meio ambiente e preservação ecológica.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> entre dois e seis jogadores.</p> <p><u>Característica:</u> classificado como um jogo familiar e que não precisa de muita prática para compreender os conceitos.</p>
BG-2	Cidades sustentáveis	Brasil	FUNDAÇÃO ECO	<p><u>Objetivo:</u> apresentar de modo prático a sustentabilidade e a “sócio eficiência” para ajudar nas tomadas de decisão.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> até seis jogadores.</p> <p><u>Característica:</u> recuperar cidades abandonadas para que elas se tornem novamente habitáveis e de modo ecologicamente suficiente.</p> <p><u>Objetivo:</u> responder perguntas sobre o meio ambiente para ganhar recursos e despoluir as regiões mais comprometidas do planeta.</p>
BG-3	Novo mundo	Brasil	ESTRELA	<p><u>Nº de jogadores:</u> entre dois e seis jogadores.</p> <p><u>Característica:</u> todo o material do jogo é composto de plástico reciclado</p>

BG-4	Coleta correta	Brasil	TOYSTER	<p><u>Objetivo:</u> ensinar e conscientizar os jogadores acerca das cores certas das lixeiras para coleta seletiva</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> entre dois e cinco jogadores.</p> <p><u>Característica:</u> jogo mais destinado ao público infantil</p>
BG-5	Mercado sustentável	Brasil	BIGSTAR	<p><u>Objetivo:</u> conseguir adquirir o maior número de empresas e certificá-las, obtendo a fonte de recursos dos concorrentes</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> entre três e seis jogadores.</p> <p><u>Característica:</u> é um jogo sobre negócios e gestão integrados à sustentabilidade</p>
BG-6	Trade off	Polônia	CRS	<p><u>Objetivo:</u> trazer uma maneira simples e introdutória para os jogadores interagirem com os possíveis trade-offs e sinergias entre o desenvolvimento tradicional e os valores do capital natural.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> várias equipes de 8 a 10 jogadores (mais de 3 moderadores).</p> <p><u>Característica:</u> cada versão é jogada em duas rodadas.</p>
BG-7	Go goals	Bélgica	UNRIC	<p><u>Objetivo:</u> ajudar as crianças a entenderem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como as metas globais impactam e o que ser feito diariamente para atingir os ODS até 2030.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> entre 2 e 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> também pode ser usado como uma ferramenta para aprender um idioma estrangeiro.</p>

BG-8	Climate challenge	USA	CAMBRIDGE	<p><u>Objetivo:</u> ter a maior receita ao final da rodada 10. Após o jogo, os aprendizados são capturados através de um forte “debriefing”, na qual os jogadores refletem e aprendem com seus resultados.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> mais de 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> o jogo é jogado em 10 rodadas com seis equipes. Cada equipe começa em uma das seis extremidades do tabuleiro e representa uma nação (inventada).</p> <p><u>Objetivo:</u> ajudar os educadores a: identificar projetos que fazem sentido do ponto de vista empresarial, organizar esses projetos e, em seguida, integrá-los nos planos de aula.</p>
BG-9	Sustainability in schools	Polônia	CRS	<p><u>Nº de jogadores:</u> mais de 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> O jogo pode ser jogado em vários níveis de desafio, incluindo a criação de um plano de 5 anos para uma escola totalmente sustentável e com zero emissões.</p> <p><u>Objetivo:</u> experimentar a interdependência e o impacto que a humanidade tem na natureza, além de ver por si mesmos a importância de um manejo sensato do bem comum dado por Deus.</p>
BG-10	Laudato si	Polônia	CRS	<p><u>Nº de jogadores:</u> de 2 a 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> Os jogadores decidem o que querem fazer – quantas árvores desejam cortar. O lucro de uma pessoa pode ser a perda para os outros.</p> <p><u>Objetivo:</u> desenvolver cidades e estradas sem usar petróleo, evitando assim consequências para o ambiente de Catan. Ou, eles podem escolher usar o petróleo, resultando em danos irreversíveis ao meio ambiente.</p>
BG-11	Catan oil springs	Alemanha	CRS	<p><u>Nº de jogadores:</u> de 2 a 10 jogadores (sem moderador).</p> <p><u>Característica:</u> Os jogadores podem vivenciar uma situação em que a rivalidade excessiva pode levar a grandes perdas econômicas e ambientais.</p>

BG-12	Flood resilience game	Suíça	CRS	<p><u>Objetivo:</u> permite que os jogadores explorem vulnerabilidades e capacidades, levando a uma compreensão avançada das interdependências e do potencial de trabalhar juntos.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> de 2 a 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> o jogo se passa em uma comunidade que vive em uma área exposta a inundações, assim, eles assumem os papéis de membros de diferentes grupos de cidadãos para tomar as decisões.</p>
BG-13	Do we have a deal?	Polônia	CRS	<p><u>Objetivo:</u> permite aprender sobre as dinâmicas da corrupção, sobre negociações e a injustiça nos negócios, sobre o mecanismo de denúncia e como ele impacta a confiança entre as diferentes partes, entre outros.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> mais de 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> o jogo é dividido em sete etapas.</p>
BG-14	Settlers of the green future	Alema nha	CRS	<p><u>Objetivo:</u> visa estimular a construção de “eco cooperativas” e oferece treinamento em tomada de decisão sob incerteza, formulação de políticas ambientais e negociações. Ele promove a compreensão das opções disponíveis para alcançar um futuro verde.</p> <p><u>Nº de jogadores:</u> de 2 a 10 jogadores (1 moderador).</p> <p><u>Característica:</u> o jogo foi criado antes da Cúpula da Terra Rio+20 em junho de 2012, utilizando propostas reais de políticas e ações para o desenvolvimento sustentável.</p>

A partir disso, torna-se possível inferir a existência de uma maior concentração de jogos para EPS no Brasil, Polônia e Alemanha, seguidos por Bélgica, Suíça e EUA, todos com a incidência de apenas um BG na área.

Outro fator interessante relaciona-se às empresas fabricantes, na qual há uma predominância de jogos desenvolvidos pelo “*Centre for Systems Solutions*” (CRS), organização sem fins lucrativos cuja missão é vincular teoria e prática por meio da aplicação de diversas games de métodos sistêmicos (CRS, 2024).

No contexto do Brasil, é válido destacar a existência de empresas por trás da fabricação dos jogos, como o caso da Copag, Estrela, “*Toyster*”, “*Bigstar*” e até da Fundação Espaço Eco. Isso tudo, permite salientar a existência de um ecossistema para exploração econômica de jogos em tais temáticas no país.

Do ponto de vista dos objetivos/características, é possível destacar que há a presença de jogos de natureza variáveis, indo desde jogos voltados para testar o conhecimento sobre as questões ambientais, como o caso do Novo Mundo (BG-3), até jogos voltados para explicitar as influências das ações humanas sobre o meio ambiente (Laudato Si, BG-10) e ainda jogos voltados para questões ligadas à ética e corrupção (Do we have a deal? BG – 12).

De modo geral, é válido destacar que os BG’s mapeados, possuem objetivos, modos de jogo, número de jogadores e público-alvo diferentes. Nesse sentido, é válido destacar que a análise SWOT a seguir foi feita de forma individualizada, levando em consideração esses efeitos de modo a minimizar qualquer divergência que pudesse trazer viés nessa revisão documental complementar e analisando o que estava disponível sobre cada jogo.

Assim, é importante considerar que os jogos possuem benefícios diversos e podem ser combinados no processo de ensino-aprendizagem.

2.6 Análise SWOT dos BG’s para EPS

Do ponto de vista da SWOT, foram feitas análises contemplando as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relativas a cada um dos jogos explorados.

Para tal, foi utilizada a pontuação na escala de 1 a 10 para cada uma das dimensões avaliadas e, portanto, a pontuação foi estruturada de maneira que jogos com maior potencial

educativo (em termos de forças e oportunidades) teriam notas mais altas, enquanto jogos com menos limitações e ameaças também recebem notas mais baixas nas dimensões negativas.

Nessa estratégia avaliativa, definida pelo pesquisador, facilitou uma avaliação clara e lógica do jogo em relação ao seu uso em educação, com o objetivo de destacar suas qualidades e minimizar os riscos ou fraquezas.

Vale destacar que para as dimensões “*Strengths*” e “*Opportunities*” quanto mais próximo de 10 melhor o ranqueamento do jogo em tais fatores, portanto, pontuar 10 para essas dimensões, significa que o jogo possui muito potencial, no processo ensino-aprendizagem. Por outro lado, para as dimensões “*Weaknesses*” e “*Threats*” quando mais próximo de 1 melhor a pontuação para jogo, logo, se um jogo pontuar 1 para “*Threats*” significa que possui poucas ameaças de mercado.

Para permitir tal análise, foi proposta a Tabela 3 e o desdobramento de seus resultados através da Figura 3.

Tabela 3 - Análise SWOT dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.

Código	FORÇAS	OPORTUNIDADES	MÉDIA (positivo)	FRAQUEZAS	AMEAÇAS	MÉDIA (negativo)
BG-1	10	5	7,5	1	4	2,5
BG-2	6	4	5	6	6	6
BG-3	8	7	7,5	3	3	3
BG-4	8	7	7,5	3	3	3
BG-5	8	7	7,5	3	3	3
BG-6	10	7	8,5	2	2	2
BG-7	10	8	9	1	1	1
BG-8	10	9	9,5	1	1	1
BG-9	8	8	8	1	1	1
BG-10	7	7	7	3	4	3,5
BG-11	10	9	9,5	1	1	1
BG-12	10	10	10	1	1	1
BG-13	7	6	6,5	4	4	4
BG-14	9	9	9	1	1	1
MÉDIA (Forças e Oportunidades)			8,00	MÉDIA (Fraquezas e Ameaças)		2,35

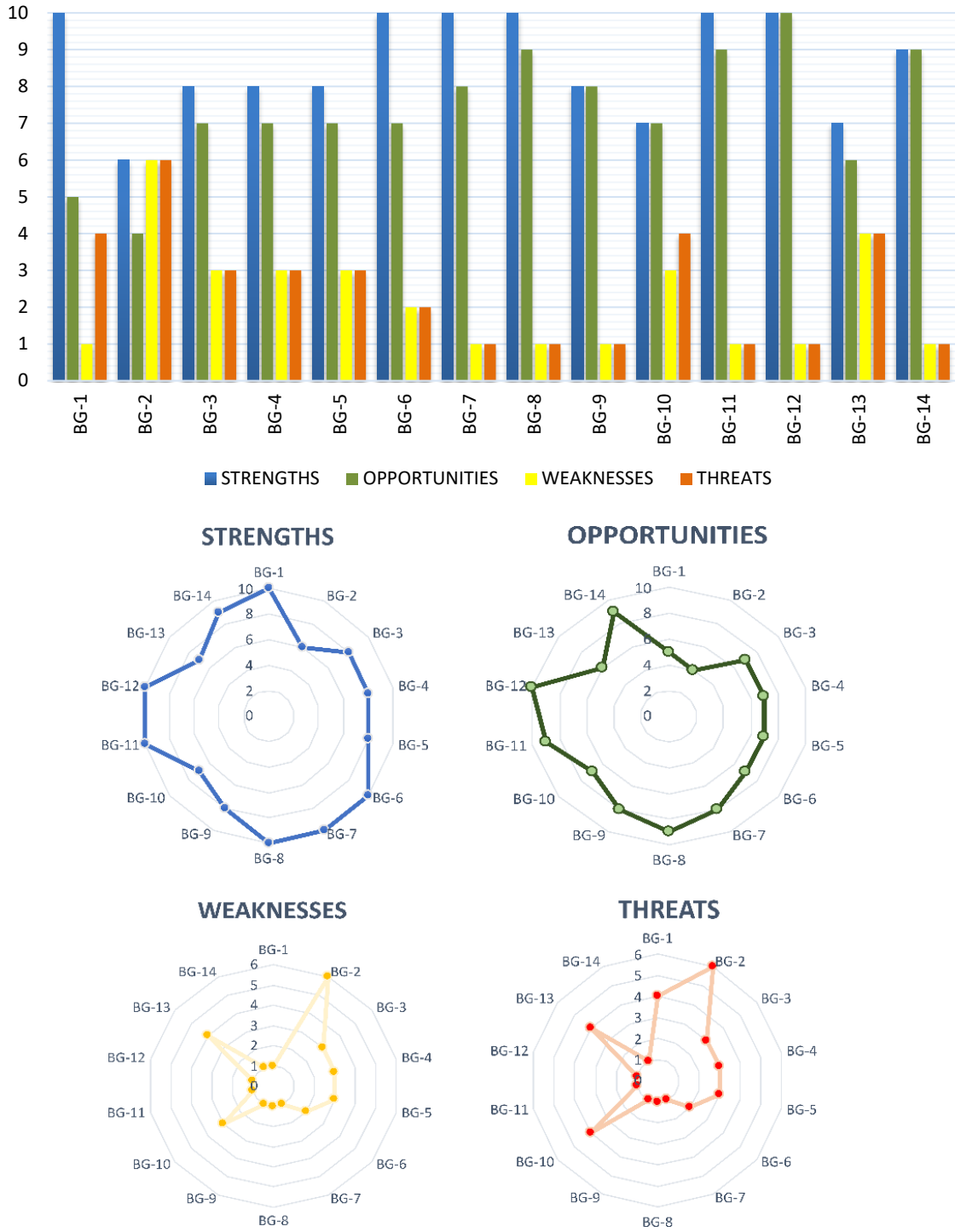
Fonte: Elaboração própria (2024)

A partir da análise da tabela acima foi possível identificar que o BG-2 apresentou a pior pontuação, apresentando baixa pontuação nas oportunidades e forças com média igual a 5, logo, fico abaixo de média geral dos BG's (igual a 8); e a maior pontuação nas fraquezas e ameaças com média igual a 6, sendo que a média dos demais jogos foi menor que 2,4.

Por outro lado, o jogo BG-12 apresentou a melhor pontuação geral, ficando com média máxima para as oportunidades e forças e com a menor média possível para as fraquezas e

ameaças, indicando que o jogo tem muito potencial de exploração e pode auxiliar no processo ensino-aprendizagem visto que há poucas fraquezas eminentes do mesmo.

Figura 3 - Análise SWOT geral da revisão documental (barras e radar).



Fonte: Elaboração própria (2024).

Da Figura 3, foi possível identificar a predominância de barras mais altas para as forças e oportunidades e de radares mais abertos, identificando que os BG's analisados possuem uma tendência de possuírem pontos positivos e oportunidades a serem exploradas.

De maneira similar, nota-se um comportamento oposto para as dimensões relativas as ameaças e fraquezas, as quais possuem barras menores quando comparadas as demais e gráficos de radar mais compactos, o que indica que os jogos possuem certa resistência as ameaças e uma quantidade baixa de pontos negativos.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada a essa pesquisa caracteriza-se primeiramente por uma abordagem qualitativa, cujo alcance descritivo-exploratório contempla uma amostragem menor, porém significativa, com profundidade, detalhamento e entendimento apurado.

Para o levantamento bibliográfico (Figura 5), utilizou-se primeiro da pesquisa exploratória em fontes de dados das bases *Scopus* e *Web of Science* sobre “*Board Game**” ou “*Sustainab* Production*” ou “*Manufact**”, de forma aberta (sem filtragem), com o objetivo inicial de buscar na literatura, conteúdos de relevância e termos de ligações que possibilitassem um maior entendimento sobre o tema e suas variantes, visando uma posterior revisão sistemática da literatura.

Seguindo o processo de refinamento da pesquisa, após a filtragem e seleção dos artigos principais, na fase de elegibilidade dos trabalhos, foi feita a leitura completa de 14 artigos selecionados pela revisão sistemática, conforme Bardin (2011) e Tranfield *et al.*, 2003 através da análise crítica desses artigos elegíveis, e, por fim, uma matriz “SWOT” foi estabelecida com a intenção de se avaliar as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas da temática gamificação para EPS. Maiores detalhes sobre esta etapa da pesquisa seguem na seção 3.1. Em um segundo momento, a revisão foi completada por uma revisão documental, ou seja, materiais extras, não oriundos de periódicos, foram buscados sobre EPS, no sentido de conhecer os jogos comerciais já existentes nesse âmbito para efeito de se complementar a análise crítica da literatura sobre o tema, e assim gerar informações também relevantes que pudessem subsidiar a proposta do ECO BOARD GAME, trazendo maiores detalhes desta fase constando na seção 3.1.

A partir dos resultados da revisão executada, foram aplicadas as ferramentas de gestão Modelo Canvas e análise SWOT, a fim de se desenhar um modelo de jogo de tabuleiro que se beneficiasse das principais tendências apontadas pela literatura atual e que e que incluísse, ao mesmo tempo, aspectos que evitassem ou minimizassem as principais limitações/barreiras da gamificação, conforme detalhamento na seção 3.2.

Por fim, a partir do modelo de jogo traçado, foi proposto o seu design físico e posterior teste prático. O “*design*” físico do jogo seguiu a metodologia de design instrucional ADDIE, como estabelecido na fase referencial teórico da Figura 4.

O modelo “*ADDIE*” foi proposto por Filatro (2008) e será descrito na seção 3.2 sobre sua adaptação ao contexto do design do ECO BOARD GAME.

Uma vez elaborados os protótipos, é necessário conduzir testes piloto do jogo de tabuleiro em ambientes educacionais reais. Durante esta fase, foram observados e registrados aspectos como fluidez, entretenimento e interatividade do jogo, bem como seu impacto na aprendizagem dos estudantes. Tais testes proporcionam valiosos “*insights*” sobre o funcionamento do jogo em um contexto educacional real e possibilitaram os ajustes necessários para otimizar sua eficácia como ferramenta de ensino. Isso tudo é descrito em maior profundidade na seção 3.2.

Por fim, a avaliação do valor educacional do jogo de tabuleiro foi realizada por meio de métodos qualitativo e quantitativo, através de melhorias contínuas, com a aplicação de “*Kaizens*” a partir de feedback interno e externamente, por meio da metodologia da escala “*SERVQUAL*” na qual, como uma ferramenta amplamente utilizada para medir a qualidade de serviços e a satisfação de clientes/usuários de serviços.

O “*SERVQUAL*” desenvolvido por Parasuraman, Zeithaml e Berry na década de 1980, e se baseia na identificação da lacuna entre as expectativas dos clientes em relação a um serviço e a percepção real que eles têm após a sua entrega. Essa parte da pesquisa representa a fase de apresentação de resultados da Figura 4, e os resultados desta etapa são descritos na seção 4.3.

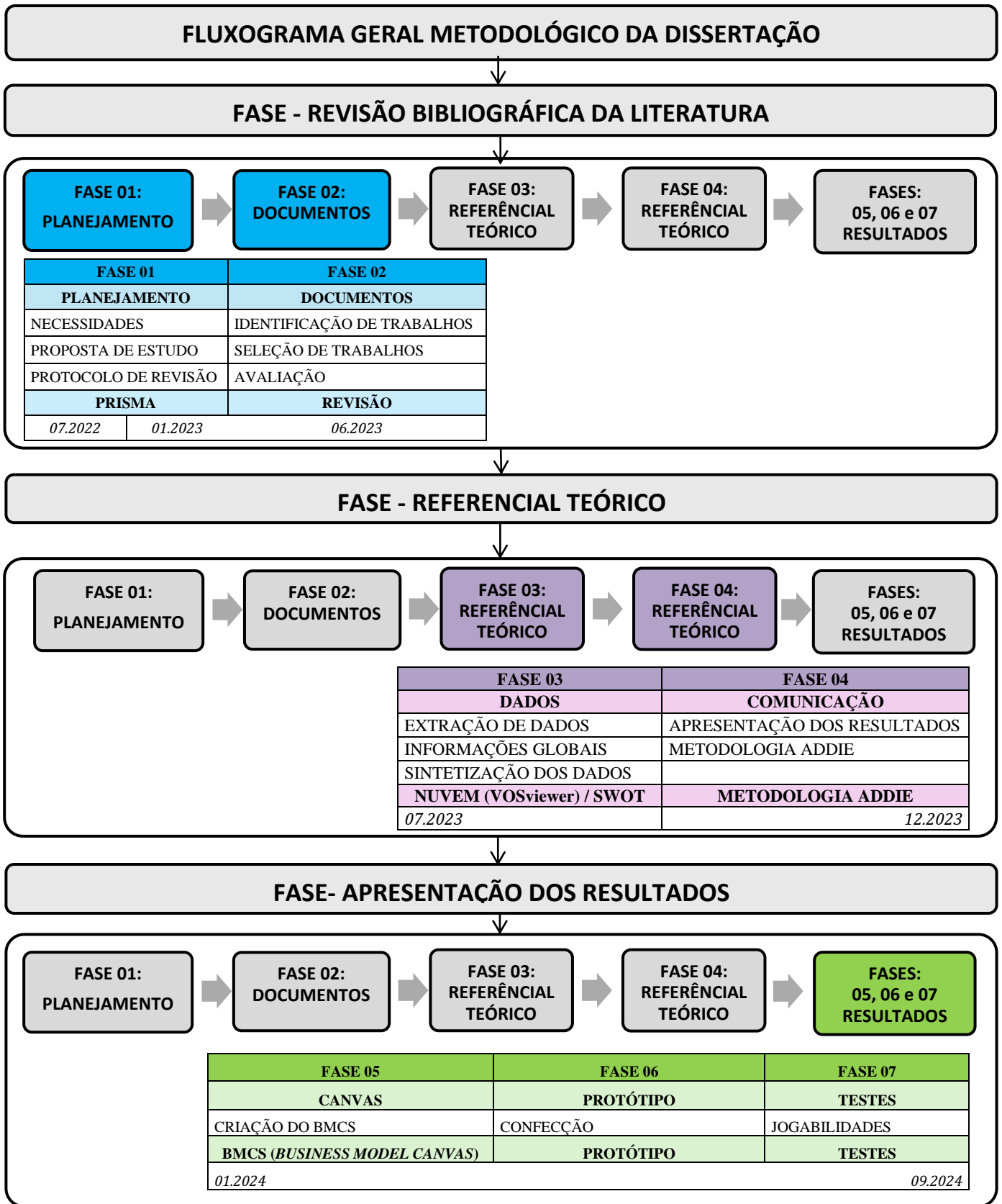
3.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Seguindo ao processo de refinamento da pesquisa exploratória, como filtro e critério de seleção, foram selecionados artigos publicados de toda a abordagem temporal, como forma de

rastrear e buscar documentos de todo o estado da arte. (das referências e a suas contemporaneidades)

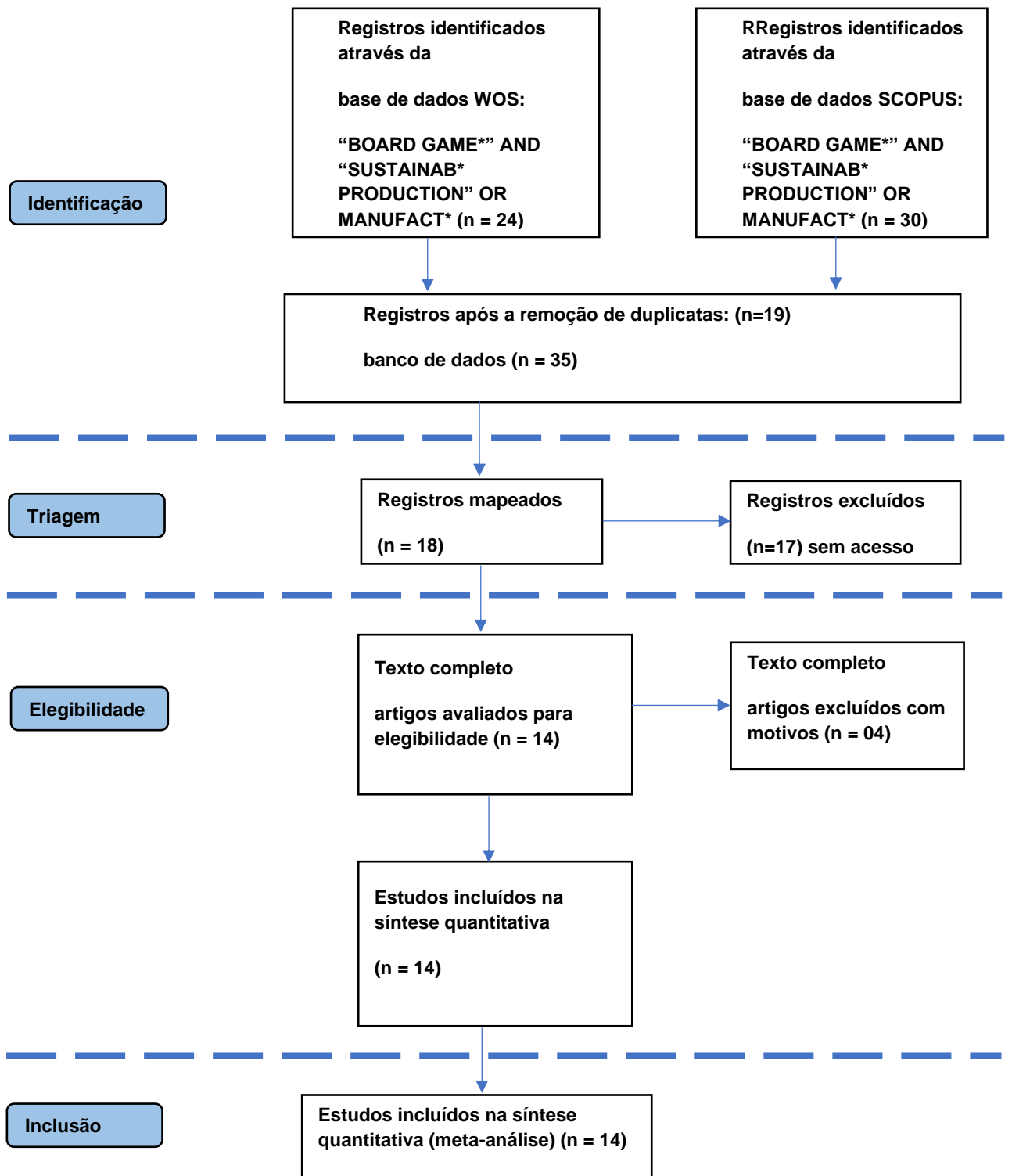
Na segunda etapa, após a filtragem, foi obtido um resultado com 24 documentos para a base de dados “*Web of Science*”, além de 30 outros documentos para a base de dados da *Scopus* e conforme a metodologia e fluxograma PRISMA (Figura 4 e Figura 5), esses 54 artigos foram exportados e carregados no aplicativo *Rayyan*, sendo que este apontou para 19 artigos duplicados, os quais foram excluídos. Na fase de triagem, realizada mediante os 35 artigos remanescentes, restaram 18 artigos, após a exclusão de 04 que não atenderam à questão de pesquisa desta dissertação. Em continuidade, esses 14 artigos selecionados e elegíveis, foram analisados e finalizados, de acordo com a metodologia e fluxograma PRISMA, de Page *et al* (2018) e adaptado de Pahlevan-Sharif (2019).

Figura 4 - Fluxograma geral metodológico da dissertação.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 5 - Fluxograma de refinamento PRISMA para a revisão sobre jogo de tabuleiro e produção sustentável.



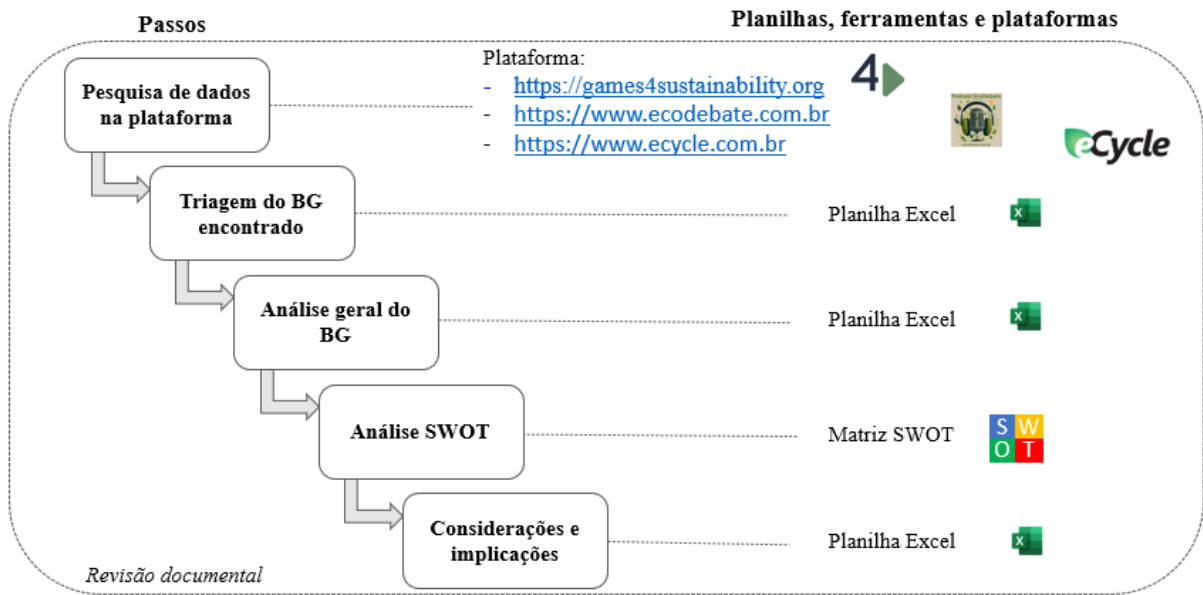
Fonte: Adaptado de Pahlevan-Sharif (2019)

Após isso, foi feita uma estruturação dessa base de artigos a partir do VOSviewer®, especializado em análise e visualização de dados bibliométricos, como citações, coautorias e redes de coocorrência de palavras-chave. Ele é amplamente utilizado para mapear a estrutura de publicações científicas, identificar tendências de pesquisa e explorar redes de colaboração entre autores, instituições ou países. O VOSViewer® cria mapas gráficos que facilitam a interpretação de dados complexos, ajudando a visualizar a relação entre diferentes elementos de um conjunto de dados bibliográficos. É especialmente útil em estudos de análise de impacto científico e em avaliações estratégicas de pesquisa. A Figura 1A do Apêndice A mostra o mapa gerado para esta pesquisa.

Outro “*software*” de apoio foi o Rayyan (<https://rayyan.ai>), em sua versão “*on-line*” que auxilia na triagem de artigos científicos para revisões sistemáticas e meta-análises. Ele permite que pesquisadores importem referências bibliográficas de diversas fontes e facilite o processo de seleção de estudos relevantes por meio de filtros, marcações e ferramentas de colaboração em equipe. O Rayyan usa inteligência artificial para sugerir artigos relevantes com base nos critérios definidos pelos revisores, agilizando o processo de revisão e minimizando vieses. É uma ferramenta popular entre pesquisadores que realizam revisões sistemáticas por sua interface intuitiva e recursos de otimização de tempo. Por fim, outro o “*software*” adotado foi o Iramuteq (Figuras 2A e 3A do Apêndice A), que serve para análise de dados textuais e estatísticas textuais. Ele permitiu realizar análises lexicais, como análise de conteúdo, análise de similitude, classificação hierárquica descendente, e análise de correspondência, facilitando a interpretação de grandes volumes de texto.

Além da pesquisa literária, este estudo contemplou ainda a análise de jogos comerciais já existentes na temática e tal verificação foi importante para suplementar a fase de análise SWOT, a fim de identificar estratégias relevantes para a gamificação na EPS, e assim a proposta de funcionamento do ECO BOARD GAME. A base de referência dessa pesquisa documental, foram os sites <https://games4sustainability.org/>, especializados em “*games*” e os sites <https://www.ecodebate.com.br>, e <https://www.ecycle.com.br>, especializados em assuntos sobre sustentabilidade. A Figura 6 exibe o fluxograma metodológico da pesquisa documental feita.

Figura 6 - Fluxograma metodológico da revisão documental.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Ao final, foi feita uma análise SWOT, dos 14 artigos que integraram a amostra final (Tabela 1) e complementando com os jogos comerciais que foram revisados (Figura 6). Inspirado no trabalho de Batalha e Rachid (2008), foi utilizada a matriz SWOT para uma análise das principais características dos jogos de tabuleiro.

Os pontos fortes e fracos estão relacionados ao ambiente interno e às oportunidades e ameaças advindas do ambiente externo, o que permite e possibilita uma análise do ambiente, em níveis macro e micro. (HARRISSON, 2010).

As análises SWOT têm subsidiado a proposição de planos de ação para aplicação de conceitos e redução de barreiras, criando os planos de ação propostos, desde estratégias ofensivas, de confronto, de reforço e de defesa. (FIRMINO *et al.*, 2020).

Entende-se por estratégias ofensivas aquelas que determinam o fortalecimento e o crescimento dos aspectos positivos das ações; por estratégias de confronto, aquelas que avaliam como os pontos fortes podem reduzir as ameaças conhecidas; por estratégias de reforço, aquelas que auxiliam potencializando oportunidades e, assim, reduzindo os impactos de uma fraqueza; e, por estratégias de defesa, aquelas que visam reduzir os impactos negativos e perdas causadas por fraquezas e ameaças (FIRMINO *et al.*, 2020).

Todas essas estratégias foram incluídas na proposta do modelo de jogo, por meio da ferramenta Modelo Canvas de Osterwalder e Pigneur (2010), conforme Oliveira *et al.* (2011).











O modelo Canvas foi originalmente desenvolvido para amparar processos de planejamento estratégico corporativo, principalmente para tornar esse processo mais visual e transparente.

A ideia é que os principais elementos do negócio de uma organização sejam relacionados em torno do seu elemento central, que é a proposta de valor. Mais recentemente, autores como Vidal; Dos Santos; Carvalho (2016) e Mara Stocker Lago; Pellin (2023) propuseram alterações no Canvas original, no sentido de possibilitar sua relação com os aspectos da sustentabilidade/desenvolvimento sustentável, e essa versão mais recente foi a adotada por esta pesquisa conforme detalhamento na seção 3.2.

3.2 Design e materialização do jogo

A Figura 7 apresenta o modelo Canvas para o ECO BOARD GAME e a partir das estratégias geradas pela análise SWOT, conforme a Tabela 3, o modelo gerado serviu de base para o “*design*” físico do jogo. Para suportar esta fase da pesquisa, o modelo CANVAS, de OSTERWALDER, A., & PIGNEUR, Y. (2010), norteou o planejamento estratégico do jogo, de modo a estabelecer a proposta de valor do jogo.

Figura 7 - Modelo CANVAS para o jogo de tabuleiro em EPS a ser desenvolvido.

Modelo Canvas de Negócio SUSTENTÁVEL / Business Model Canvas Sustainable				
(+ IMPACTO POSITIVO - MAXIMIZAR 		(-) IMPACTO NEGATIVO - MINIMIZAR 		
(01) REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (02) FORTALECIMENTO E REPUTAÇÃO DA MARCA (INTANGIBILIDADE) (03) EFICIÊNCIA OPERACIONAL (04) INOVAÇÃO (05) ATRAÇÃO DE TALENTOS		(01) CUSTOS INICIAIS ELEVADOS (02) ALTERAÇÕES NA CADEIA DE SUPRIMENTOS) (03) RISCOS NA REPUTAÇÃO DA MARCA (04) CONCORRÊNCIA (05) COMPLEXIDADE ADICIONAL		
Parcerias Sustentáveis: 	Criação de valor Sustentável: %	Proposta de Valor SUSTENTÁVEL: %	Relacionamento Sustentável com o Cliente: 	Consumidores Sustentáveis: 
(01) INDÚSTRIAS EM GERAL E PRESTADORES DE SERVIÇOS (ÂMBITO CORPORATIVO) (02) ÁREAS EDUCACIONAIS	FOCO PEDAGÓGICO CONCEITOS APRENDIDOS	PROPOSTA (DESIGN BRIEF) DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE TABULEIRO COM A UTILIZAÇÃO DO ROLE PLAYING GAME (RPG) E DINÂMICA LÚDICA PARA DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE EDUCAÇÃO PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL (EPS), PROMOVENDO O APRENDIZADO SIGNIFICATIVO DESSES CONCEITOS AGREGADOS A ESSE TEMA.	(01) TREINAMENTOS IN COMPANY AND AT SCHOOL (02) CONTATO DIRETO COM POTENCIAIS CLIENTES (03)	FOCO NO USUÁRIO PÚBLICO ALVO (PERSONAS)
	Tecnologia Sustentável e Recursos: RECURSOS UTILIZADOS	FOCO NO PRODUTO PREMISSAS E RESTRIÇÕES	Canais Sustentáveis: % 	Fim de Vida: % 
Estrutura de Custos e custos adicionais: 	RECURSOS UTILIZADOS	Subsídios: 	Receitas e Prêmio de Sustentabilidade: 	
(01) DIVULGAÇÃO (02) CONFECÇÃO DOS COMPONENTES DO JOGO (03) REGISTRO DE PATENTE		(01) INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS (02) INSTITUIÇÕES CORPORATIVAS (03) ROYALTES DA PATENTE	(01) VENDA DO PRODUTO (FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA APRENDIZADO DA EDUCAÇÃO NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL) (02) RECONHECIMENTO PELO ENGAJAMENTO AS CAUSAS AMBIENTAIS DIVULGAÇÃO NAS MÍDIAS SOCIAIS COM PARTICIPAÇÃO EM PROGRAMAS DE DIVULGAÇÃO	

PROPOSTA (DESIGN BRIEF)

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE TABULEIRO COM A UTILIZAÇÃO DO ROLE PLAYING GAME (RPG) E DINÂMICA LÚDICA PARA DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE EDUCAÇÃO PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL (EPS), PROMOVENDO O APRENDIZADO SIGNIFICATIVO DESSES CONCEITOS AGREGADOS A ESSE TEMA

Fonte: Elaboração Própria (2024)

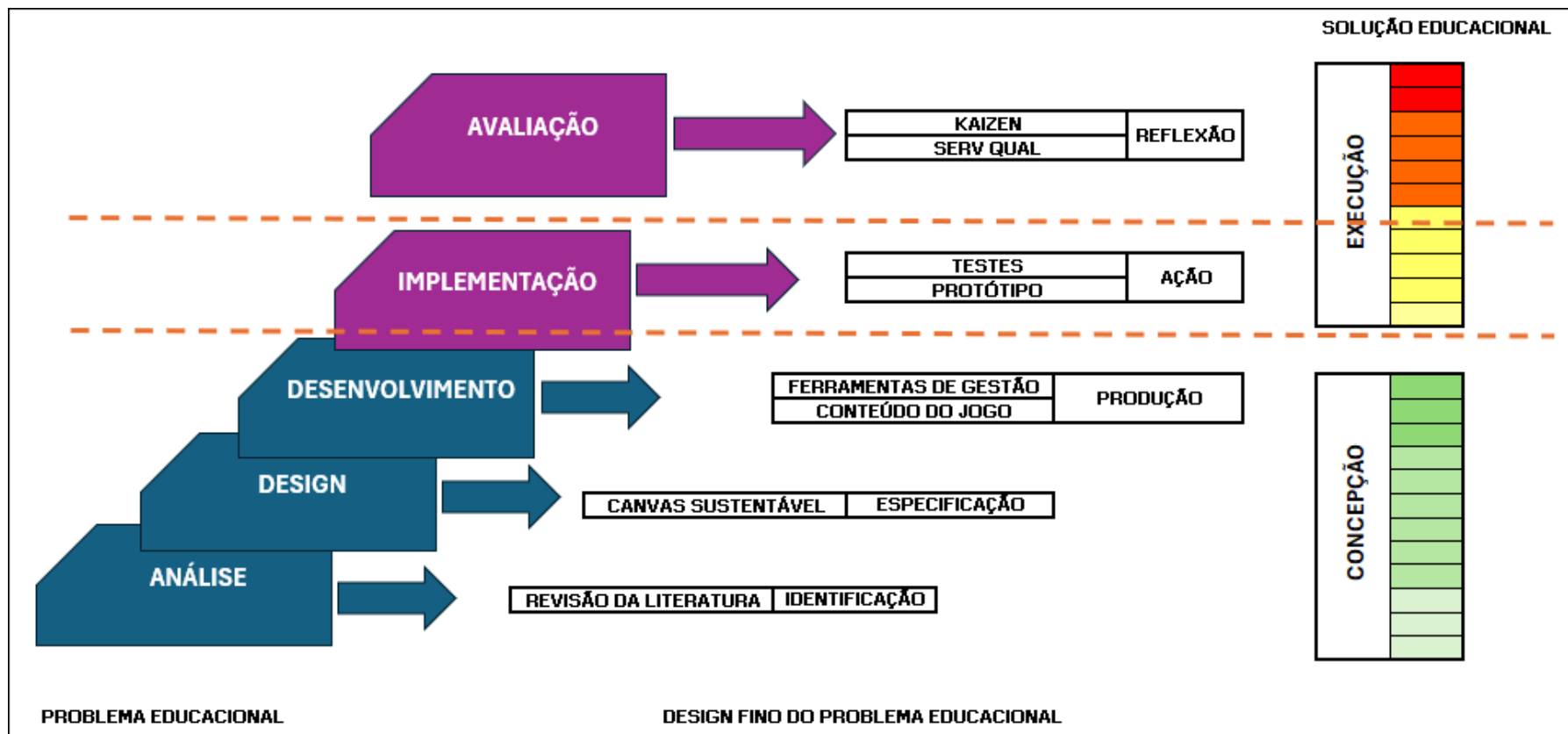
O item em azul da figura mostra a proposta de valor do jogo, isto é, o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro baseado em elementos de RPG e dinâmica lúdica, no contexto da EPS.

Como contribuição para o preenchimento dessa matriz CANVAS, os itens foram dispostos com as seguintes nomenclaturas: conceitos aprendidos, modelos utilizados, habilidades treinadas, recursos utilizados, proposta de valor, premissas e restrições, público-alvo e se encontram detalhadamente, explicitadas no apêndice A, das Figuras 4A a 12A.

Como o jogo ECO BOARD GAME foi concebido como uma ferramenta didática para um público-alvo, sendo esses, graduandos em cursos da área de negócios e gestão ou da área de gestão da produção, ou profissionais da cadeia produtiva e professores e alunos de cursos de Engenharia, foi aplicado ao “*design*” do jogo o modelo instrucional ADDIE, organizado em cinco etapas conforme a Figura 8, descreve e demonstra a relação das etapas desta pesquisa com o modelo de design instrucional adotado para a construção e testes do ECO BOARD GAME.

Foi esperada uma avaliação contínua de cada etapa de desenvolvimento do jogo e durante a aplicação das propostas de melhorias, provindas do amadurecimento da sua jogabilidade, permitissem que tais ações, promovessem, continuamente, um processo de adequação do jogo ao seu público-alvo e tendo em vista sua proposta de valor apresentada pelo modelo Canvas da Figura 7.

Figura 8 - Adaptação do “design” ADDIE de criação de modelo instrucional para o jogo ECO BOARD GAME.



Fonte: Adaptação de Filatro (2008).

3.2.1 Etapa de “design”

A tarefa de “*design*” foi realizada conforme a seção 3.1 que tratou sobre a revisão bibliográfica e documental, na qual objetivou-se compreender a literatura e esclarecer os temas envolvidos no contexto do EPS, o que resultou na proposta do modelo Canvas para o jogo em questão (Figura 7).

Antes de formular os mecanismos de jogo, o design também compreendeu observar jogos comerciais já disponíveis e os seus diferentes mecanismos de funcionamento, a fim de incorporar as melhores práticas nesse processo (“*benchmarking*”). Os resultados desta etapa de desenvolvimento são apresentados na seção 4.1 desta dissertação.

3.2.2 Etapa de desenvolvimento

Nesta fase, o mecanismo do jogo foi desenhado, assim como as regras e o conteúdo do jogo também foram traçados de forma teórica. Tudo isso foi estabelecido a partir da análise da proposta de valor do jogo a ser desenvolvido, conforme a Figura 7. A ideação foi essencial nesta fase, e para tal, a análise crítica dos jogos existentes também foi importante e serviu de *benchmarking* para esta etapa da pesquisa. A Seção 3.2.5 estabelece esses elementos do jogo.

3.2.3 Etapa de protótipo

Aqui foram construídos os protótipos do jogo e confirmada sua estrutura final para a jogabilidade e a ideia principal, conforme elucidado no modelo Canvas do jogo, é que ele fosse tangível e de fácil montagem e acesso e, que garantisse a proposta de valor almejada.

Na seção 4.2 são descritos os resultados dessa etapa de prototipagem do jogo, seu funcionamento e dinâmica para aplicações no ambiente acadêmico.

Sua construção precisou levar em conta a utilização de materiais de simples acesso e confecção. Basicamente, os materiais dos elementos do jogo são feitos em plástico e papel para formalizar o protótipo a ser testado, tais como, os roteiros e cartas, foram impressos em folha convencional, tipo A4; já os objetos do tabuleiro foram análogos aos adotados por outros jogos comerciais, tais como dados e pinos feitos em plástico. Essa etapa da pesquisa levou aproximadamente 01 ano para conclusão até chegar na versão final do protótipo do jogo, conforme a seção 3.2.5.

3.2.4 Etapa de testes

Essa etapa serviu para avaliar e rever a viabilidade técnica da utilização do protótipo do jogo em larga escala, assim como a eficácia do processo de ensino-aprendizagem em EPS.

Jogadores em geral, professores, alunos e pessoas com experiência na criação de jogos de tabuleiro, foram convidados para as demonstrações de teste do jogo, e para coletar suas reações/*feedback* com objetivo da melhoria continuada do jogo. Os resultados desta parte da pesquisa constam na Seção 4.3 e tomou aproximadamente 6 meses para sua conclusão.

Para analisar a percepção do jogo e sua qualidade, a escala SERVQUAL foi adotada por essa pesquisa. A escala SERVQUAL é um modelo de mensuração da qualidade de serviços que avalia a percepção dos clientes em relação a cinco dimensões principais nas quais essas dimensões buscam capturar os aspectos mais importantes da experiência do cliente com relação a um serviço. Para Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2010), a escala SERVQUAL é uma ferramenta para avaliar as cinco dimensões da qualidade em serviços: confiabilidade, responsividade, segurança, empatia e aspectos tangíveis.

Para aplicação da SERVQUAL têm-se duas etapas principais, pela qual, inicialmente faz-se um registro das expectativas dos clientes/usuários para determinada classe de serviços e, na sequência, computam-se as percepções dos clientes. Nesse modelamento, buscou-se transmitir a ideia de que o serviço é capaz de ser definido, medido e aperfeiçoado (PARASURAMAN *et al.*, 1988).

3.2.5 Materiais e regras do jogo ECO BOARD GAME

Os elementos desse jogo, são caracterizados pelo tabuleiro no formato quadrado, onde cada um dos quatro lados representa uma das fases do ciclo PDCA (“Plan”, “Do”, “Check” e “Act”); e cada fase do PDCA é composta por suas respectivas casas, sendo cada casa relacionada a alguma das funções do SIPOC (“Supplier”, “Input”, “Process”, “Output” e “Customer”, conforme Figura 9.

Figura 9 - Cenário inicial do jogo de tabuleiro, contendo o tabuleiro e estojo. Capacete, colete, crachá e demais itens são ilustrativos, servindo de opção para que cada jogador vista previamente ao início do jogo.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Ao todo o tabuleiro possui 40 casas. Para percorrer cada casa se utilizam de pinos de plástico que representam diferentes personagens do jogo (cliente, fornecedor, produção), dados e cartas que são sorteadas conforme a número de casas percorrido por cada personagem. Para a narrativa do jogo, cartas do tipo “sorte-revês” também podem ser utilizadas conforme a casa sorteada durante o percurso de um personagem, propondo situações adversas no campo da sustentabilidade para que o jogador tenha que refletir e responder. Um resumo sobre as regras do jogo é apresentado pela Figura 10 e a Tabela 4 ilustra os principais elementos do jogo confeccionado.

Tabela 4 - Materiais e elementos do jogo.

 <p>BOARD GAME SUSTAINABLE PRODUCTION ufestem</p> <p>CAIXA ACONDICIONADORA</p>	 <p>CARRINHO TRANSPORTADOR</p>
01 - TABULEIRO	10 - BONÉS REPRESENTATIVOS - FUNÇÃO FORNECEDOR
01 - ENCARTE DE REGRAS DO JOGO	10- CAPACETES REPRESENTATIVOS - FUNÇÃO PROCESSO
02- DADOS PARA MOVIMENTAÇÃO	10 - PRANCHETAS REPRESENTATIVOS - FUNÇÃO CLIENTE
40 - CARTAS PARA MOVIMENTAÇÃO	60 - COLETES MULTICORES
40 - CARTAS PDCA	01 - ENGRENAGEM CENÁRIO
50 - CARTAS SORTE E REVÉS	01 - CHAVE DE BOCA - CENÁRIO
18 - BONECOS MULTICORES	01 - NOTEBOOK MARKETING ENG S - CENÁRIO
30 - CHAPÉUS - FUNÇÃO FORNECEDOR	MATERIAIS DIVERSOS PARA APONTAMENTOS
30 - CAPACETES - FUNÇÃO PRODUÇÃO	
30 - CABELOS - FUNÇÃO CLIENTE	
01 - TEMPLATE PDCA	
01 - TEMPLATE SORTE E REVÉS	
05 - TEMPLATES FUNÇÃO SIPOC	
03 - TEMPLATES CARACTERIZAÇÃO FUNÇÃO SIPOC	
05 - TEMPLATES REPORT A3	
12 - MEDIDORES DE NÍVEL DE CONHECIMENTO	
30 - VALIDADORES DE MATURIDADE - INSÍGNIAS	

Fonte: Elaboração própria (2024)

Sobre as regras iniciais do jogo, elas são apresentadas, no encarte da Figura 10 e descrito na sequência.

Figura 10 - Encarte das regras do jogo.



Fonte: Elaboração própria (2024)

As informações contidas nesse encarte, sobre as regras do jogo, estão alinhadas aos seguintes contextos:

O jogo inicia-se pela divulgação e acompanhamento do case proposto para a atividade de aprendizado e, em seguida pela definição dos personagens do jogo. Este jogo já traz consigo uma proposta de case-padrão, mas é possível propor seu próprio case para diversificar o uso do jogo em mais situações.

Entre as funções a serem escolhidas, considere as seguintes características do ‘SIPOC’: o ‘S’ de “*supplier*”, ‘P’ de “*process*” e ‘C’ de “*customer*”.

As demais variantes como ‘I’ de “*input*” e, ‘O’ de “*output*” não configuram personagens do jogo, mas sim, aspectos para gerenciamento durante o jogo.

O gerenciamento do jogo deve ser feito por um moderador, seja ele um instrutor ou professor, que tem como função, propor e descrever o jogo a ser estudado pelos jogadores e responsável em analisar as ações que cada jogador precisa desenvolver para avançar no jogo.

Norteados pelo fator de aleatoriedade (com o uso do mecanismo de movimentação de dados), para caminhar pelo tabuleiro e pela escolha de cartas a qual trazem ao jogo, uma condição de sorte ou revés, isso possibilita o dinamismo nas rodadas de cada jogabilidade.

O jogo segue um itinerário de avanço de casas, por meio de emprego de dados e, nas ações propostas, ao se adentrar numa nova casa do tabuleiro.

Cada casa está ligada a uma certa carta que irá requerer do jogador algum tipo de ação, conforme seu personagem escolhido. O avanço no jogo se dá quando a ação requerida for julgada como satisfatória pelo moderador.

Seu tempo de jogo, rodadas ou turnos, são previamente estipulados pelo moderador, como uma das condições de jogo, sendo flexível e adaptável ao propósito da aplicação.

O jogo está configurado para que cada jogador possa representar a si mesmo (‘S’, ‘P’ ou ‘C’), ou uma equipe multifuncional de trabalho que contenha “n” jogadores para as funções ‘S’, ‘P’ ou ‘C’.

O avanço do jogo e o aprendizado dos jogadores é dado pelo “medidor de nível de maturidade do conhecimento”, chamado de ‘NMDC’, através de uma escala numérica e através

do emprego das insígnias, que tem a função de representar um certo nível de avanço de cada jogador e/ou equipe no decorrer da jogatina.

O tempo de jogo é variável e ajustável a necessidade da proposta escolhida, sendo por tempo, por rodada e ou por índice do nível de maturidade mensurado (o NMDC).

O jogo também, poderá ser reiniciado em outras oportunidades na mesma configuração anterior, promovendo a continuidade do jogo e oportunizando possibilidades de recuperação de conhecimento.

Reforçando, trata-se de um jogo competitivo e que no decorrer do jogo, exista intrinsecamente uma interação entre os participantes para que também se promova o engajamento dos jogadores como de um jogo também colaborativo.

A proposta do jogo foi promover ao final de cada partida, uma reflexão sobre os pontos aprendidos, convergências e divergências, e que as lições aprendidas despertem o interesse em jogar novamente o eco board game.

As regras do jogo, listadas para o encarte da Figura 10, descritos anteriormente acima, foram construídas em processo interativo, onde os pré-testes feitos subsidiaram o ajuste dessas regras até a presente versão do jogo.

Nesse momento, o projeto se encontra num “*looping*” de testes, com experimentações de uso do jogo em contexto real de sua aplicação, conferindo as percepções dos participantes do jogo. A equipe selecionada participou de dois pré-testes, sendo essa equipe composta pelos orientadores desta dissertação, o autor desta dissertação e por engenheiros de produção egressos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Considerações dos principais jogos de EPS

Considerando o referencial teórico ao longo da Seção 2, torna-se possível ranquear os jogos de tabuleiro (referenciados como BG's) disponíveis atualmente no mercado, utilizados como “*benchmarking*” para a proposta do ECO BOARD GAME. Assim, a partir de uma

avaliação de suas características principais e sob a perspectiva da pontuação SWOT a Tabela 5 ilustra um resumo dos principais resultados.

Tabela 5 - Ranqueamento dos jogos comerciais com foco em gamificação para EPS.

Posição	Código	Forças	Oportunidades	MÉDIA (positivo)	Fraquezas	Ameaças	MÉDIA (negativo)
1 st	BG-12	10	10	10	1	1	1
2 nd	BG-8	10	9	9,5	1	1	1
2 nd	BG-11	10	9	9,5	1	1	1
3 rd	BG-14	9	9	9	1	1	1
3 rd	BG-7	10	8	9	1	1	1
4 th	BG-6	10	7	8,5	2	2	2
5 th	BG-9	8	8	8	1	1	1
6 th	BG-1	10	5	7,5	1	4	2,5
7 th	BG-3	8	7	7,5	3	3	3
7 th	BG-4	8	7	7,5	3	3	3
7 th	BG-5	8	7	7,5	3	3	3
8 th	BG-10	7	7	7	3	4	3,5
9 th	BG-13	7	6	6,5	4	4	4
10 th	BG-2	6	4	5	6	6	6

Fonte: Elaboração própria (2024)

Levando em consideração os critérios para as características de forças e oportunidades, segundo o qual quanto maior a valorização da escala, de 1 para 10, melhor, logo, os mesmos são considerados como aspectos positivos. Por outro lado, para as características relativas às fraquezas e ameaças, quanto menor essa valorização, melhor para o jogo.

Assim, os jogos foram ranqueados considerando, primeiramente, maior média dos pontos positivos e em critério de desempate os critérios negativos. Essa pontuação foi realizada pelos autores desta pesquisa a partir de comparações entre as funcionalidades disponíveis na descrição de cada um dos jogos listados. Além disso, os “*feedbacks*” disponíveis na internet sobre avaliação desses jogos feita por seus usuários também amparou a pontuação atribuída a seguir.

Dessa forma, ao analisar o perfil dos jogos encontrados, nota-se a existência de jogos com propostas diferentes, o qual não invalida a utilização da ferramenta SWOT, sendo assim, a mesma permite o estabelecimento de uma relação de complementaridade de informações frente ao que foi encontrado na literatura. Portanto, observa-se que apesar dessa diferença de pontuação, há uma heterogeneidade nos jogos de EPS, com as categorias da SWOT, sem a presença de um jogo em específico se destacando como sendo o principal/melhor da área.

O BG-2 (Cidades Sustentáveis), apresenta baixa pontuação nas forças e oportunidades, e baixa pontuação nas fraquezas e ameaças na pesquisa documental e pautada pela análise da matriz SWOT.

Isso deve-se ao fato, de que há uma tendência de se simplificar, excessivamente, os complexos processos envolvidos no planejamento urbano. A realidade das cidades inteligentes envolve uma miríade de variáveis interconectadas, desde transporte até energia, habitabilidade, economia e políticas públicas. A simplificação excessiva pode levar a uma visão distorcida e superficial desses problemas, e a falta de realismo pode falhar em capturar as nuances e imprevisibilidades que caracterizam o ambiente urbano real, pois a realidade das cidades é muitas vezes caótica, com mudanças imprevistas, interesses conflitantes e fatores externos, que podem influenciar as decisões de planejamento, motivos esses que trouxeram a criticidade por parte da comunidade dos jogos em pontuar negativamente essas observações.

Outras limitações na representação de dados e tecnologia e ausência de contexto histórico e social podem levar o jogo BG-2 a não conseguir incorporar adequadamente tais elementos e, assim, deixar de fora importantes implicações sociais e históricas que influenciam o planejamento urbano. Outras limitações podem influenciar na interatividade e na capacidade de resposta, pois, enquanto jogo de tabuleiro, as decisões são tomadas de forma estática e sequencial e, na realidade, o planejamento urbano é um processo dinâmico e interativo, envolvendo múltiplos “*stakeholders*” e respostas a mudanças repentinas. O jogo pode não conseguir capturar adequadamente essa interatividade e capacidade de resposta.

Em resumo, embora jogos como "Cidades Inteligentes" promovam uma introdução interessante ao tema do planejamento urbano e das cidades inteligentes, foi importante reconhecer suas limitações e não os considerar como uma representação completa ou precisa da realidade urbana, mas levar em consideração pontos que são importantes discutidos na revisão da literatura como os aspectos de promoção de plataforma de discussão e abertura de diálogos sobre o tema e a criticidade de discussões sobre a importância da questão da sustentabilidade, promovendo a falta de estimulação mental, sensorial e social, apontadas na revisão da literatura por LANGENDAHL, *et al.*, 2017.

Por outro lado, de forma positiva, pode-se destacar sequencialmente os jogos “*Flood Resilience Game*” (BG-12), “*Cattan Oil Springs*” (BG-11) e “*Climate Challenge*” (BG-8), as quais se tornam educativos e envolventes e se destacam por apresentar características essenciais para a gamificação. O jogo “*Flood Resilience Game*”, por exemplo, que, em seu aspecto educativo, aborda a existência de dualidade entre colaboração e cooperação, variabilidade de cenários, e “*replayability*”, e que permitem permear e reforçar o aprendizado das mesmas situações, com diferentes formas de propor soluções para os problemas apresentados.

Os jogos “*Cattan Oil Springs*” e “*Climate Challenge*” também se destacam, visto que os mesmos apresentam outras características importantes para a gamificação, tais como, temática única e específica, interação social, excelência na qualidade dos componentes do produto, desenvolvimento das habilidades cognitivas e tácitas e acessibilidade a um amplo público de todas as idades, fortalecendo a interação social, conforme apontados na revisão da literatura de PARREIRAS *et al.*, 2023 e LANGENDAHL, *et al.*, 2017.

Por outro lado, se for focado apenas na ludicidade sem se atentar para a parte motivacional e de conteúdo, pode-se criar um produto que não sirva como ferramenta de conscientização e que não cumpra seu objetivo pedagógico, como bem observam Rech *et al.*, (2019).

Esses aspectos são importantes para permitir maior aplicabilidade de sistemas gamificados no ensino da sustentabilidade, explorar a natureza finita dos recursos naturais por meio da imersão em jogos e demonstrar a importância da ação coletiva nos níveis comunitário, nacional e global.

Desta maneira, os jogos devem ser desenvolvidos para um formato, que seja o mais divertido possível e como uma ferramenta motivacional, que aborde o tema de ensino sem que o jogador sinta que está “apenas estudando”.

Jogos do tipo RPG, podem servir de base para superar tal limitação (Rocha, 2006; Kapp, 2014; Segoni, 2022) e isso também foi levado em conta para a proposta do jogo ECO BOARD GAME, descrito na seção 4.2

4.2 Resultados sobre o funcionamento e dinâmica do jogo ECO BOARD GAME

Sobre a proposta de valor do jogo, a utilização do “*Business Model Canvas Sustainability*” (Figura 7) permitiu se estabelecer as características principais do jogo.

Tais elementos se encontram mais detalhados no Apêndice A, especificamente a partir das Figuras de 4A a 12A. Assim, o objetivo principal do jogo foi de promover o aprendizado colaborativo e a retenção do conhecimento sobre a EPS. Isso fez com que o protótipo gerado apresentasse uma versão lúdica, a exemplo dos jogos de RPG, com a utilização de tabuleiro acrescido da proposta de vestimentas e acessórios que trazem ao participante uma sensação de pertencimento/empoderamento e visam agregar valor à experiência do jogador, a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

O ECO BOARD GAME parte inicialmente de um “*setup*” que busca, através de um “*briefing*” norteador relacionado a uma problemática, proposta pelo moderador (professor que se posiciona como um gestor corporativo), a fim de que sejam trabalhadas e ajustadas as competências e necessidades que são reportadas num “*Report A3*”, que contribui com a estruturação de um “*Storytelling*” inicial do jogo em EPS.

Com uma mecânica que mobiliza os jogadores, eles competem em rodadas para tomar decisões estratégicas sobre alocação de recursos, melhoria de processos e resolução de desafios ambientais. Quanto aos jogadores, o jogo propõe como características primárias de conhecimento prévio, que os jogadores tenham conhecimentos sobre sistemas de produção, princípios de “*Lean Manufacturing*”, e produção sustentável e, portanto, não se trata de um jogo para amadores ou iniciantes dos cursos de Engenharia, devendo-se considerar o aprendizado dos princípios de produção.

Para o teste prático do jogo, o perfil do grupo foi composto por alunos de final da graduação e outros de pós-graduação. Para oportunizar o nivelamento inicial dos jogadores, como forma de promover a equidade de conhecimento prévio requerido, o tabuleiro prevê um “*template*” de conceituação sobre ferramentas simples tais como SIPOC e o ciclo PDCA.

O jogo conta com suas casas, que realizam o sorteio de perguntas conceituais e de cálculo/análise de ecoeficiência (através de perguntas envolvendo, por exemplo, agregação de valor na produção “*versus*” o consumo de água, consumo de energia ou a emissão de CO²) todas aplicadas ao contexto do jogo-padrão (estudo de caso). Outras casas do tabuleiro (Figura 9) envolvem as regiões de aprendizado, cujo objetivo é trazer a oportunidade das quais, os jogadores colaborarem com o compartilhamento do aprendizado das questões vivenciadas durante o jogo e da região de “conhecimento”, cujo objetivo é especificamente propor a oportunidade de que sejam apresentados as ODS da Agenda 2030 pela ONU.

O jogo inicia-se pela divulgação e acompanhamento do *case* proposto para determinada atividade de aprendizado, através do “*Storytelling*” e do preenchimento do “*Report A3*”.

Em seguida, pela definição dos personagens do jogo, em suas funções escolhidas e, na preparação e caracterização de cada jogador em seu personagem, através das vestimentas e acessórios de caracterização de cada funcionalidade, das seguintes características do “SIPOC” são caracterizadas pelo tabuleiro, ou seja, as entradas e saídas são as consequências diretas do desenvolver da jogabilidade.

Norteados pelo fator de aleatoriedade (uso do mecanismo de movimentação de dados, para caminhar pelo tabuleiro, e pela escolha de cartas que traz ao jogo uma condição de sorte ou revés, possibilitando a ele dinamismo, uma vez que se propõe que o aprendizado contínuo ajude a amenizar as condições de revés.

Nas Figuras 11 e 12, são apresentados os principais elementos do jogo: o estojo com os componentes básicos mais o tabuleiro. Os materiais de suporte, tais como as ferramentas “*Storytelling*” e demais, serão apresentados na sequência.

Figura 11 - a) Estojo com os elementos básicos do jogo; b) Tabuleiro.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 12 - Demais elementos básicos do jogo: I) dados de movimentação; II) cartas de sorte-revés; e III) personagens do jogo – bonecos multicoloridos, sendo: (a) capacete, representativo da função “*process*” – processo; (b) capacete, representativo da função “*supplier*” – fornecedor; (c) capacete, representativo da função “*customer*” – cliente.



Fonte: Elaboração própria (2024)


O “*Storytelling*”, conforme Figura 13, propõe um estudo de caso, baseado na proposta de valor, pela qual permite identificar todas as atividades envolvidas no processo de produção de um produto ou serviço, desde a matéria-prima até a entrega ao cliente.

O objetivo central é possibilitar o claro entendimento dos fluxos de materiais e informações do processo, para detectar e eliminar desperdícios (atividades que não agregam valor) e resolver os problemas da EngS Usinagem (empresa fictícia).

Através desse mapeamento de valor, onde se desenvolve a narrativa desse estudo de caso proposto e se desenvolva os cenários das situações cotidianas de uma área industrial, para que em equipe ou de maneira individualizada, os jogadores, possam solucionar as questões proposta no estudo de caso e assim avançar no conhecimento adquirido pela problemática apresentada.

O cenário inicial do jogo, conforme a Figura 13, foi elaborado e confeccionado, levando em conta as considerações apontadas como características-chave, durante a pesquisa bibliográfica e documental (rever metodologia da Seção 3.1).

Figura 13 - "STORYTELLING" (exemplo: empresa fictícia EngS USINAGEM).



STORYTELLING

CONJUNTO DE DADOS DA EMPRESA EngS USINAGEM

Sandro Gabriel Libretti Prestes
Grupo de Pesquisa sobre Engenharia de Sustentabilidade
UFSCar campus Sorocaba
<https://www.grupoengs.com.br/>

1. DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

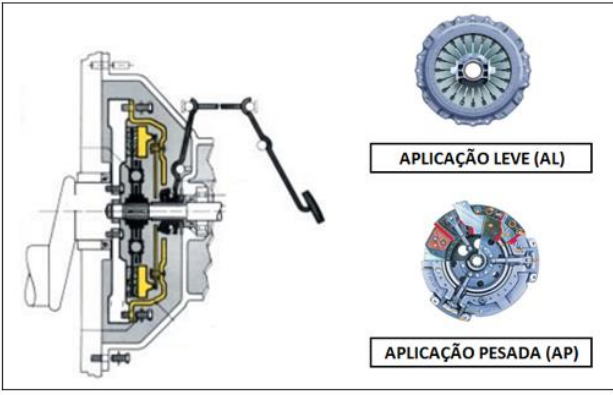
A EngS usinagem, é uma empresa do setor metalmecânico, da cadeia automobilística.

Ela é responsável por produzir vários componentes de sistemas de discos de embreagens para plantas montadoras de veículos automotivos.

Este caso refere-se a uma família de produtos, em uma submontagem do disco de embreagem em dois modelos de estrias, de acordo com sua especificação: aqui definidos como aplicação leve a qual chamaremos de AL e aplicação pesada, a qual chamaremos de AP.

Esses componentes serão enviados a planta montadora de veículos, chamada auto EngS Systems Clutches.

Figura 1 – Tipologia das famílias de embreagens.



Fonte: adaptado do livro LEAN INSTITUTE BRASIL. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2001.

Dessa maneira as organizações, representadas no jogo pelos alunos e professores, utilizam o “*Report A3*” para tomada de decisões, distribuição de autoridades de seus sistemas de produção, engenharias e gestão, como a exemplo da Toyota, para suas afiliadas e ao nível necessário, com a finalidade de se obter boas decisões, de alinhar pessoas e equipes em fornecedores no exterior, possibilitando uma forma confiável para se alcançar o aprendizado operacional durante a utilização do jogo, ainda na construção do ensino-aprendizagem, conforme Hallison, 2024.

O objetivo final dos “*Reports A3s*”, não é apenas resolver o problema em questão, mas tornar o processo de resolução dos problemas transparentes e ensináveis, de maneira que se crie uma organização cheia de solucionadores de problemas, com autonomia de pensamento e construção de conhecimento. Desta forma, o processo de gestão do “*Report A3*” incorpora a essência da aprendizagem operacional e possibilita que esse processo interativo.

Os “*Reports A3*” são compostos por uma sequência de caixas, dentro das quais aplica-se a ideia de como um ciclo de aprendizagem pode ocorrer, à medida em que se trabalha no problema, sob a seguinte ordem: (1) estabelecer o contexto empresarial e a importância de um problema ou questão específica; (2) descrever as condições atuais do problema; (3) identificar o resultado desejado; (4) analisar a situação para estabelecer causalidade; (5) propor contramedidas; (6) prescrever um plano de ação para realizá-lo; e (7) mapear o processo de acompanhamento.

Essa abordagem com o formato do “*Report A3*” facilita o aprendizado ativo, pois os jogadores são incentivados a refletir sobre suas decisões e registrar de forma estruturada as soluções que encontram ao longo do processo.

Com origem análoga ao do “*Report A3*”, o “*SIPOC*” e o ciclo “*PDCA*” se remetem a diferentes siglas para o conceito de “*SIPOC*”, sendo essa uma ferramenta de qualidade e gestão, frequentemente utilizada no contexto de melhoria de processos e análise de fluxo de trabalho em organizações.

O jogo segue um itinerário de avanço de casas, por meio da movimentação de dados e, nas ações propostas em cada campo de “suas respectivas casas”. Seu tempo de jogo, rodadas ou turnos, são previamente estipulados, como uma condição de qualquer jogo, sendo flexível e adaptável ao tempo proposto para tal jogo, em suas diversas aplicabilidades. Ele está

configurado para que cada jogador possa representar a si mesmo, ou a uma equipe de trabalho que contenha “n” jogadores.

A mensuração do aprendizado é dada pelo medidor de nível de maturidade do conhecimento, chamado de NMDC, através de uma escala numérica e de coloração, e de seus múltiplos, e através das insígnias, que têm a função de representar o nível de especialidade em que o jogador e ou sua equipe tem, no decorrer de sua jogabilidade.

O tempo de jogo é variável e ajustável à necessidade da proposta escolhida, e pode ser por tempo, por rodada e ou por índice do nível de maturidade. O jogo também, poderá ser reiniciado em outras oportunidades, na mesma configuração anterior, promovendo a continuidade da partida e oportunizando possibilidades de recuperação.

As Figuras 14, 15, 16 e 17, mostram as questões, as quais estão agrupadas de acordo com o ciclo “*PDCA*” para cada agente da função “*SIPOC*”, e que serão aplicadas durante o jogo, de acordo com o sentido em que o jogador caminhe, na sua jogada. As questões são disponibilizadas em formato impresso, e foram criadas a partir de referências tais como do livro de Slack (2023) sobre gestão de sistemas de produção, mais a literatura consultada sobre EPS. As questões fazem sempre referência ao case-padrão do jogo, disposto no “*Storytelling*”.

Figura 14 - Cartas “PDCA” FASE PLAN - “SIPOC”.



Fonte: adaptado do livro SLACK, Nigel. Administração da produção. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

Figura 15 - Cartas “PDCA” FASE DO - “SIPOC”.



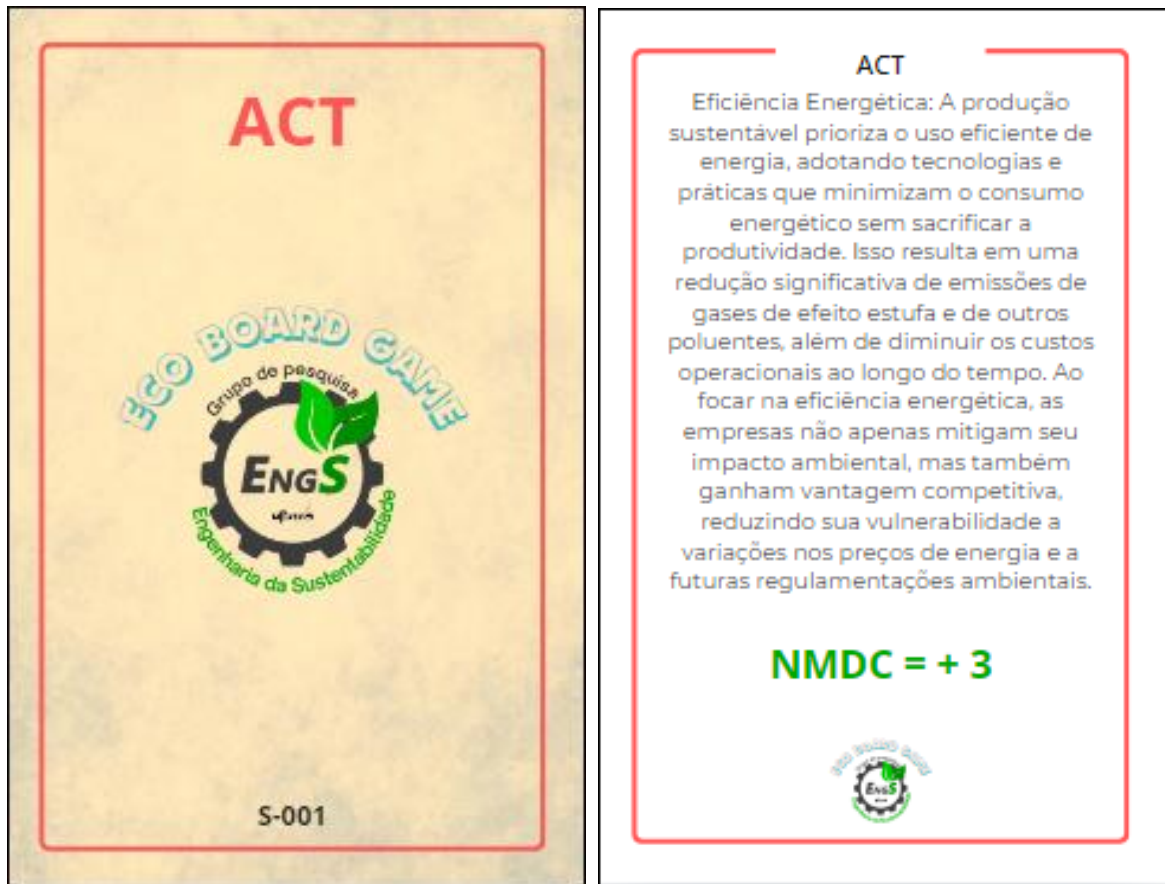
Fonte: adaptado do livro SLACK, Nigel. Administração da produção. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

Figura 16 - Cartas “PDCA” FASE CHECK - “SIPOC”.



Fonte: adaptado do livro SLACK, Nigel. Administração da produção. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

Figura 17 - Cartas “PDCA” FASE ACT - “SIPOC”.



Fonte: adaptado do livro SLACK, Nigel. Administração da produção. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

O intuito é que os jogadores utilizem essas cartas com perguntas para refletir e tomar decisões baseadas em princípios da EPS, incentivando o pensamento crítico sobre gestão de recursos e eficiência na produção. Cada questão estimula a análise de soluções práticas para desafios produtivos e ambientais, trazendo ao jogador, a possibilidade de maturidade do conhecimento, ao avaliar e responder a pergunta proposta na carta escolhida para o contexto do case-padrão estudado. Assim, essas cartas não apenas reforçam os conceitos do PDCA-SIPOC, mas também proporcionam uma abordagem gamificada para o aprendizado de práticas de produção sustentável e gestão de operações orientadas a uma situação produtiva específica. Ter um “*Storytelling*” inicial ajuda nesse processo de entendimento do contexto do jogo, e do papel do jogador. Isso tudo foi motivado a partir da metodologia de RPG comumente empregada em jogos de tabuleiro com multijogadores. Além disso, essa forma de operacionalização do ECO BOARD GAME faz jus à metodologia GBL, enaltecida na Seção 2, pelo referencial teórico revisado sobre EPS.

Para garantir a estruturação de um banco de dados, para arquivamento e acesso ao banco de questões, e sua atualização ao longo do tempo, de modo a oferecer ao jogo a possibilidade de criação de novas questões, foi criada uma pasta e um “*link*” no Google Drive para essa finalidade.

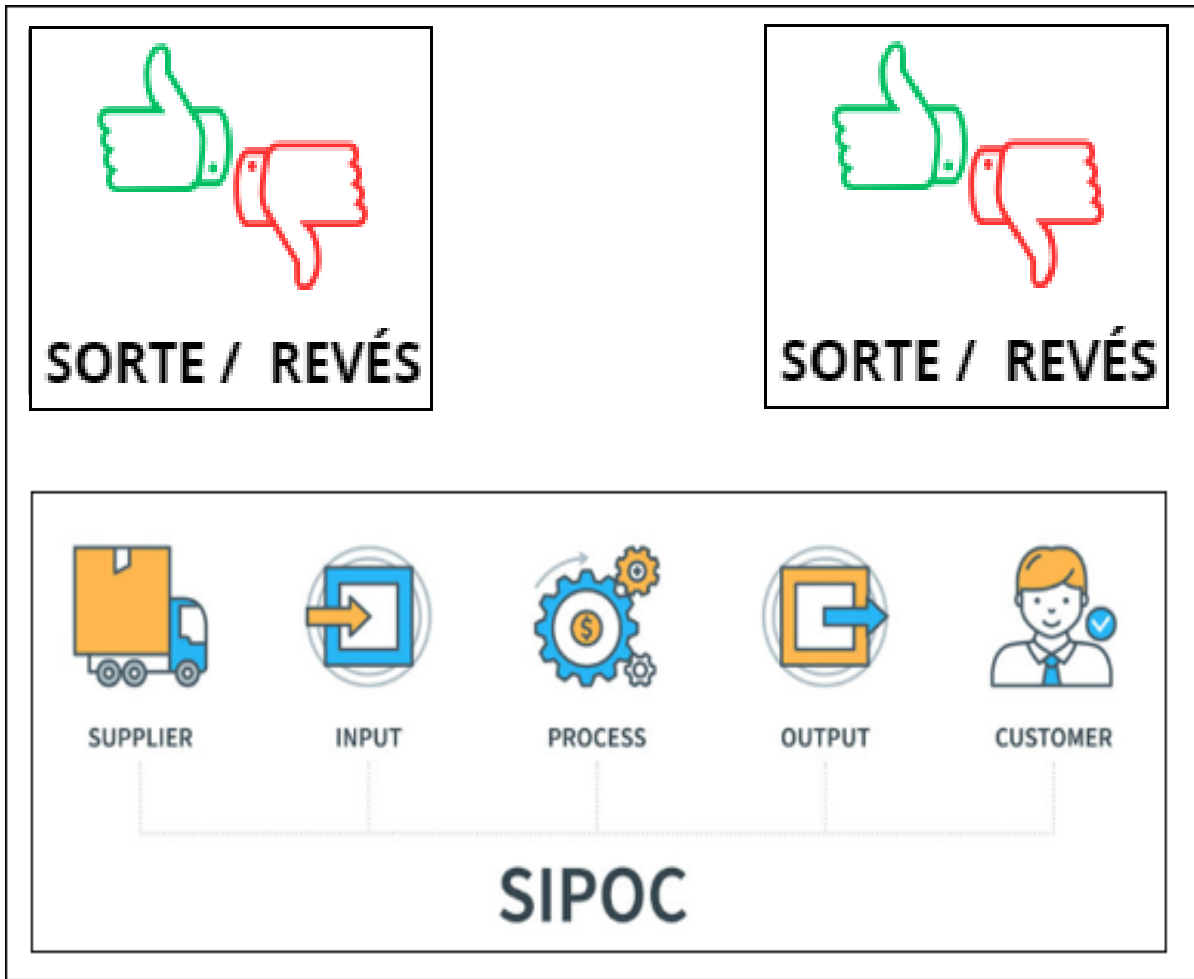
Assim, o moderador do jogo poderá atualizar o banco de questões, se necessário, bem como manter um “*template*” físico (impressas) dessas questões.

Além dessas cartas, o tabuleiro ainda conta com a carta do tipo sorte-revés, ilustrada na Figura 18, serve para adicionar uma dose de aleatoriedade e imprevisibilidade ao jogo, uma vez que sua mecanização ocorre pela movimentação dos dados e pelo sorteio ao acaso dessas cartas.

Essas cartas geralmente apresentam uma variedade de eventos ou situações que podem beneficiar ou prejudicar os jogadores, dependendo do que é revelado.

No jogo, essas cartas podem incluir ações, como ganhar ou perder recursos de nível de maturidade de conhecimento e ou obter vantagens competitivas temporárias ou, ainda, sofrer penalidades, tais como avançar e ou retroceder caminhos, entre outras possibilidades. A presença dessas cartas adiciona um elemento de estratégia adicional, já que os jogadores devem considerar a possibilidade de eventos imprevistos ao planejar suas jogadas.

Figura 18 - "Template" SORTE-REVÉS.



Fonte: Elaboração própria (2024)

A Figura 19 apresenta um dos padrões adotados para o SIPOC do jogo de tabuleiro, que serve como uma ferramenta para que os jogadores compreendam os diferentes elementos que contribuem para a experiência de jogo. O objetivo principal desse template foi oferecer uma visão abrangente dessas funções e, assim, ajudar os jogadores a entenderem como cada componente influencia no jogo, logo, isso serve de nivelamento do conhecimento inicial de cada participante de uma jogabilidade no ECO BOARD GAME.

Por fim, a Figura 20 norteia um fluxo estratégico de abordagem para reconhecer, investigar e definir quais são as etapas do "SIPOC" de maior relevância e que norteiam o plano de ação principal, proposto pelo formato do "Report A3", as quais possibilitarão o acompanhamento do desenvolvimento das ações de melhoria, através do A3 – "setup" diagnóstico do jogo.

Figura 19 – “Template” da função PRODUÇÃO no SIPOC do jogo.


Quais são as principais funções da PRODUÇÃO na cadeia de Supply Chain?

A **PRODUÇÃO** desempenha um papel fundamental na cadeia de Supply Chain, sendo responsável por transformar matérias-primas em produtos acabados ou prestação de serviços. As principais funções da produção na cadeia de Supply Chain incluem:

1. **Planejamento e controle da produção:** A produção é responsável por planejar e controlar o processo de produção, garantindo que a quantidade certa de produtos seja produzida na hora certa e com qualidade adequada.
2. **Gerenciamento de estoques:** A produção é responsável pelo gerenciamento de estoques de matérias-primas e produtos acabados, garantindo que haja suprimento suficiente para atender à demanda.
3. **Garantia da qualidade:** A produção é responsável por garantir a qualidade dos produtos produzidos, seguindo normas e procedimentos para garantir a satisfação do cliente.
4. **Manutenção de máquinas e equipamentos:** A produção é responsável pela manutenção de máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo, garantindo que eles estejam em condições ideais de funcionamento para evitar paradas e perdas de produção.
5. **Melhoria contínua do processo produtivo:** A produção é responsável por buscar sempre aprimorar o processo produtivo, buscando reduzir custos e tempo de produção e aumentar a eficiência e eficácia do processo.
6. **Gerenciamento de recursos humanos:** A produção é responsável pela gestão de recursos humanos, treinando e desenvolvendo a equipe de produção para garantir um ambiente de trabalho seguro, saudável e produtivo.
7. **Colaboração com outras áreas da empresa:** A produção deve colaborar com outras áreas da empresa, como marketing, vendas e suprimentos, para garantir que a produção esteja alinhada com as necessidades e expectativas dos clientes e do mercado em geral.

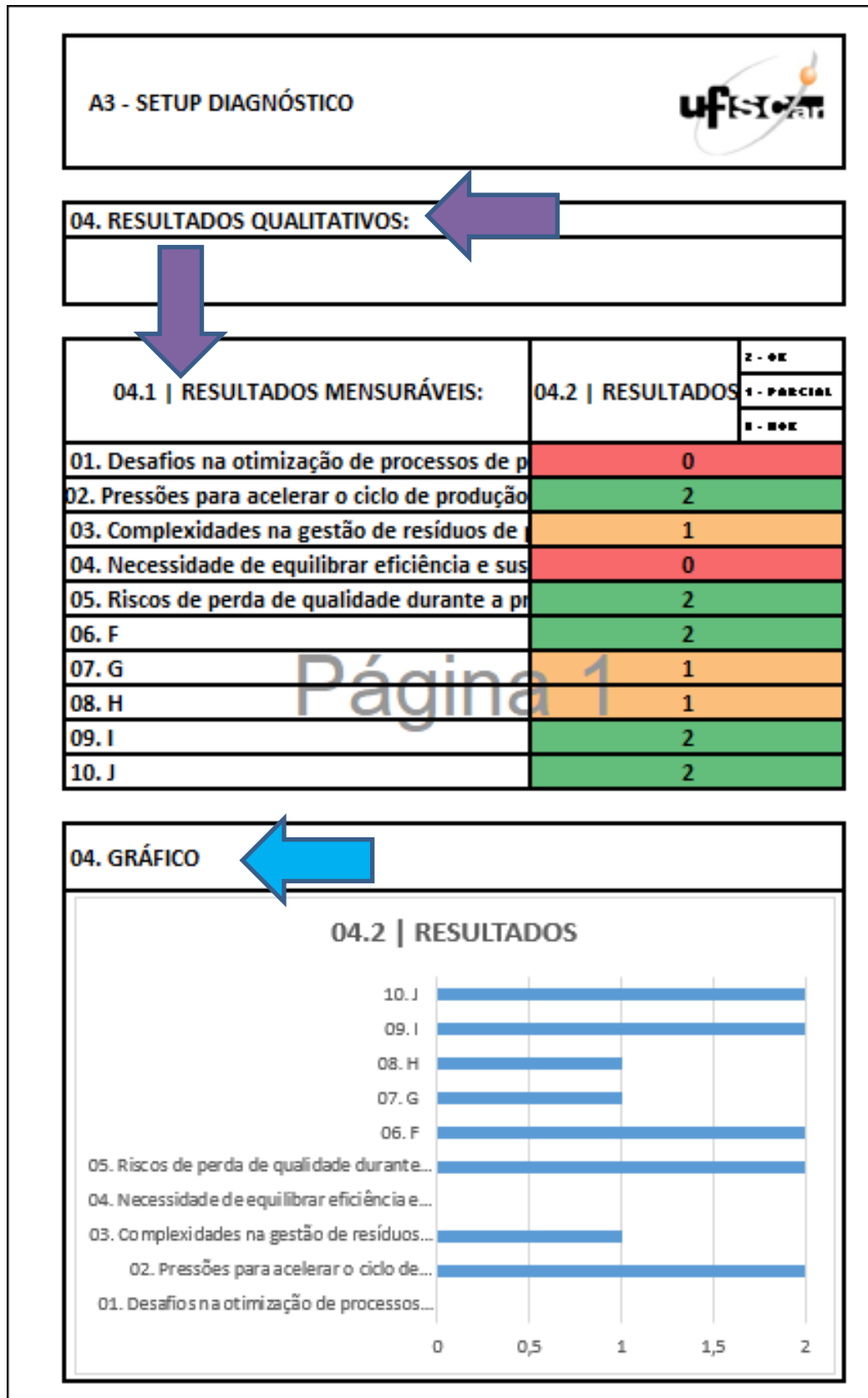
Fonte: adaptado do livro ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, de Slack, 10ª edição (2023).

Figura 20 - “Template” do “REPORT A3” para “setup” diagnóstico.

<p>A3 - SETUP DIAGNÓSTICO</p> 	
<p>01. INFORMAÇÕES RELEVANTES</p> <p>EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO DE AUTO PEÇAS</p>	
<p>NOME:</p> <p>SANDRO PRESTES</p>	<p>DESAFIO:</p> <p>REDUZIR OS DESPERDÍCIOS DE PRODUÇÃO, MELHORANDO OS INDICADORES DE REDUÇÃO DE SETUP</p>
<p>UNIDADE DE NEGÓCIO:</p> <p>EngS Usinagem</p>	
<p>02. PROBLEMÁTICA</p>	
<p>PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS:</p> <p>01. Desafios na otimização de processos</p> <p>02. Pressões para acelerar o ciclo de pro</p> <p>03. Complexidades na gestão de resíduos</p> <p>04. Necessidade de equilibrar eficiência</p> <p>05. Riscos de perda de qualidade durante</p> <p>06.</p> <p>07.</p> <p>08.</p> <p>09.</p> <p>10.</p>	<p>PARA QUEM:</p> <p>ÁREAS PRODUTIVAS: DEPARTAMENTO DE USINAGEM E EXPEDIÇÃO</p>
<p>03. METODOLOGIA APLICADA</p> <p>levantamento de indicadores da produção, tais como scraps.</p>	






Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 21 - "Template" do "REPORT A3" para RESULTADOS.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 22 - “Template” do “REPORT A3” para DESCRITIVO.

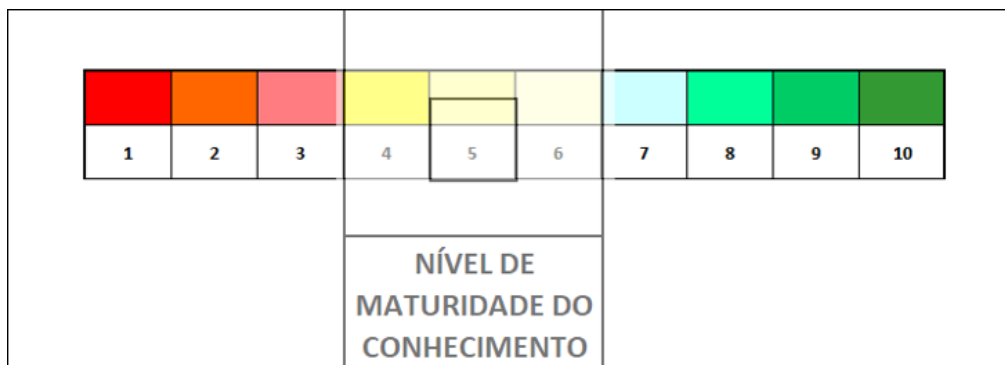
DESCRITIVO DOS CAMPOS : A3 - SETUP DIAGNÓSTICO	
	<p>CAMPO 01 – INFORMAÇÕES RELEVANTES:</p> <p>Objetivo: Fornecer as informações básicas sobre o caso em análise. Preenchimento: Nome: Identificação do responsável ou da equipe que está realizando o diagnóstico. Unidade de Negócio: Área ou setor da empresa onde o diagnóstico está sendo aplicado. Desafio: Definir claramente o principal desafio a ser tratado (ex: "Reduzir desperdícios de produção").</p>
	<p>CAMPO 02 – PROBLEMÁTICA:</p> <p>Objetivo: Identificar e descrever os principais problemas a serem resolvidos. Preenchimento: Problemas a serem resolvidos: Liste os principais desafios ou questões críticas que precisam de intervenção, com base na análise do processo atual. Para quem: Defina o setor ou os departamentos diretamente impactados pelos problemas descritos.</p>
	<p>CAMPO 03 – METODOLOGIA APLICADA:</p> <p>Objetivo: Descrever a abordagem ou metodologia usada para analisar ou solucionar o problema. Preenchimento: Explicar brevemente o método utilizado para coleta de dados e análise dos problemas. Por exemplo, "levantamento de indicadores de produção, como scraps".</p>
	<p>CAMPO 04.1 – RESULTADOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS:</p> <p>Objetivo: Apresentar uma avaliação qualitativa dos resultados obtidos com a análise do setup. Preenchimento: Resultados mensuráveis: Listar os resultados quantitativos (ex: desafios resolvidos, otimização de processos) e indicar com cores (vermelho, amarelo, verde) o grau de sucesso: 0 (sem sucesso), 1 (parcial), 2 (sucesso completo).</p>
	<p>CAMPO 04.2 – GRÁFICO:</p> <p>Objetivo: Representar graficamente os resultados mencionados na seção de Resultados Qualitativos. Preenchimento: Usar um gráfico de barras ou similar para visualizar a eficiência das ações em relação a cada problema levantado, ajudando a identificar as áreas mais e menos resolvidas.</p>

Fonte: Elaboração própria (2024)

As Figuras 20, 21 e 22, mostram que, através do “REPORT A3”, pela avaliação, monitoramento e acompanhamento das ações, possibilita-se a pontuação do jogador através da coerência e da assertividade nas respostas, propostas para a solução dos problemas abordados durante o case-padrão do jogo, promovendo um avanço em seu nível de maturidade do conhecimento (NMDC), variável na escala de 0 a 2.

A Figura 23 mostra um medidor de nível de maturidade do conhecimento (NMDC), criado para mensurar o conhecimento/progresso dos jogadores, através da avaliação de respostas corretas respondidas após o sorteio das cartas ‘sorte e revés’, previamente definidas em seu “*setup*”. O jogo propicia essa interação de diferentes formas, a fim de permitir o dinamismo e as condições de tempo disponíveis para a aplicação do jogo.

Figura 23 - “*Template*” do nível de maturidade do conhecimento.



Fonte: Elaboração própria (2024)

A cada avanço de maturidade no jogo, cada jogador recebe uma insígnia (Figura 24) e essas insígnias servem, juntamente com a escala de NMDC, para demonstrar o nível de maturidade do jogador diante dos avanços, as suas participações durante a rodada e ao longo de suas participações. A intencionalidade da insígnia é de que, seja um qualificador e promotor de reconhecimento ao jogador, diante suas conquistas, mediante ao aprimoramento do seu conhecimento e que, em casos de várias participações, possa trazer ao moderador do jogo uma visualização rápida do grau de conhecimento para, em caso de jogos por equipe, que seja possível balancear o nivelamento do conhecimento, tornando o jogo igualmente competitivo.

Figura 24 - Validadores de conhecimento - INSÍGNIAS.



Fonte: Elaboração própria (2024)

4.3 Resultados dos testes piloto do jogo ECO BOARD GAME

Para a questão do amadurecimento da qualidade do jogo desenvolvido, como forma de atingir uma satisfação e confiança na qualidade do produto, seguiu-se pela avaliação utilizando a escala SERVQUAL por meio de dois testes (1ª e 2ª rodadas de jogo).

Para tal, uma a escala Likert foi aplicada, conforme Figura 25 e Figura 26 nas quais nos permitiu, analisar a comparação e a evolução entre os resultados de cada testes nas dimensões propostas pela SERVQUAL.

Tal avaliativa, foi realizada com a valiosa participação dos membros do grupo de pesquisa EngS – Engenharia da Sustentabilidade, da UFSCar campus Sorocaba, composto por alunos egressos dos programas de graduação e pós-graduação em Engenharia da UFSCar do campus Sorocaba.

Esses participantes desempenharam um papel fundamental na condução das avaliações e no desenvolvimento do jogo, contribuindo de forma proativa para o aperfeiçoamento contínuo do produto.

Durante os dois pré-testes realizados entre abril e setembro de 2024 (o primeiro em 26 de abril de 2024 e o segundo em 05 de setembro de 2024), os participantes do grupo EngS atuaram ativamente na aplicação das mecânicas do jogo e na coleta de dados para mensuração da qualidade.

Para isso, foi utilizada a ferramenta SERVQUAL, que avalia a percepção de qualidade com base em dimensões como tangibilidade, confiabilidade, responsabilidade, segurança e empatia, usadas para medir as expectativas e percepções dos usuários/jogadores em relação ao serviço ofertado.

A participação dos egressos foi essencial para a identificação de melhorias significativas entre as jogabilidades, com um aumento de 84% nos resultados mensurados pela ferramenta SERVQUAL entre os dois pré-testes.

Essa evolução reflete o impacto das contribuições feitas pelo grupo, que, por meio de análises críticas e sugestões práticas, ajudaram a refinar os aspectos lúdicos, educativos e interativos do jogo.

Dessa maneira, os resultados das dimensões avaliadas pela ferramenta SERVQUAL, comparando a evolução entre a 1ª rodada de testes (26/04/2024) e a 2ª rodada de testes (05/09/2024) com uma melhoria global de 84% nos resultados reflete o impacto positivo das intervenções realizadas entre as jogabilidades.

1. Dimensão: Tangibilidade

1ª rodada: Os resultados iniciais apresentaram variabilidade significativa, indicando que aspectos visuais, materiais e de design do jogo precisavam de ajustes.

2ª rodada: Houve uma clara melhoria, com maior consistência nos dados e melhores avaliações. As mudanças no design gráfico e na qualidade dos materiais certamente contribuíram para essa evolução.

2. Dimensão: Confiabilidade

1ª rodada: Indicava dificuldades na confiança dos jogadores quanto à clareza das regras e previsibilidade das mecânicas.

2ª rodada: As avaliações demonstraram aumento na percepção de confiabilidade, sugerindo que alterações nas instruções e testes das dinâmicas do jogo foram bem-sucedidas.

3. Dimensão: Responsividade

1ª rodada: Os feedbacks apontavam uma demora ou dificuldade em compreender o funcionamento do jogo ou interagir com ele de forma fluida.

2ª rodada: A responsividade aumentou expressivamente, indicando que ajustes na interface e nas dinâmicas de interação foram bem-recebidos pelos jogadores.

4. Dimensão: Segurança

1ª rodada: Essa dimensão apresentou valores baixos, possivelmente relacionados à complexidade inicial do jogo ou à dificuldade de assimilação das regras.

2ª rodada: Melhorias na clareza das regras e na simplificação de mecânicas geraram uma percepção de maior segurança nos participantes.

5. Dimensão: Empatia

1ª rodada: Embora avaliada positivamente em alguns aspectos, havia espaço para melhorias na conexão do jogo com as expectativas e necessidades dos jogadores.

2ª rodada: A empatia foi significativamente aprimorada, refletindo um maior alinhamento entre as mecânicas do jogo e as expectativas dos participantes.

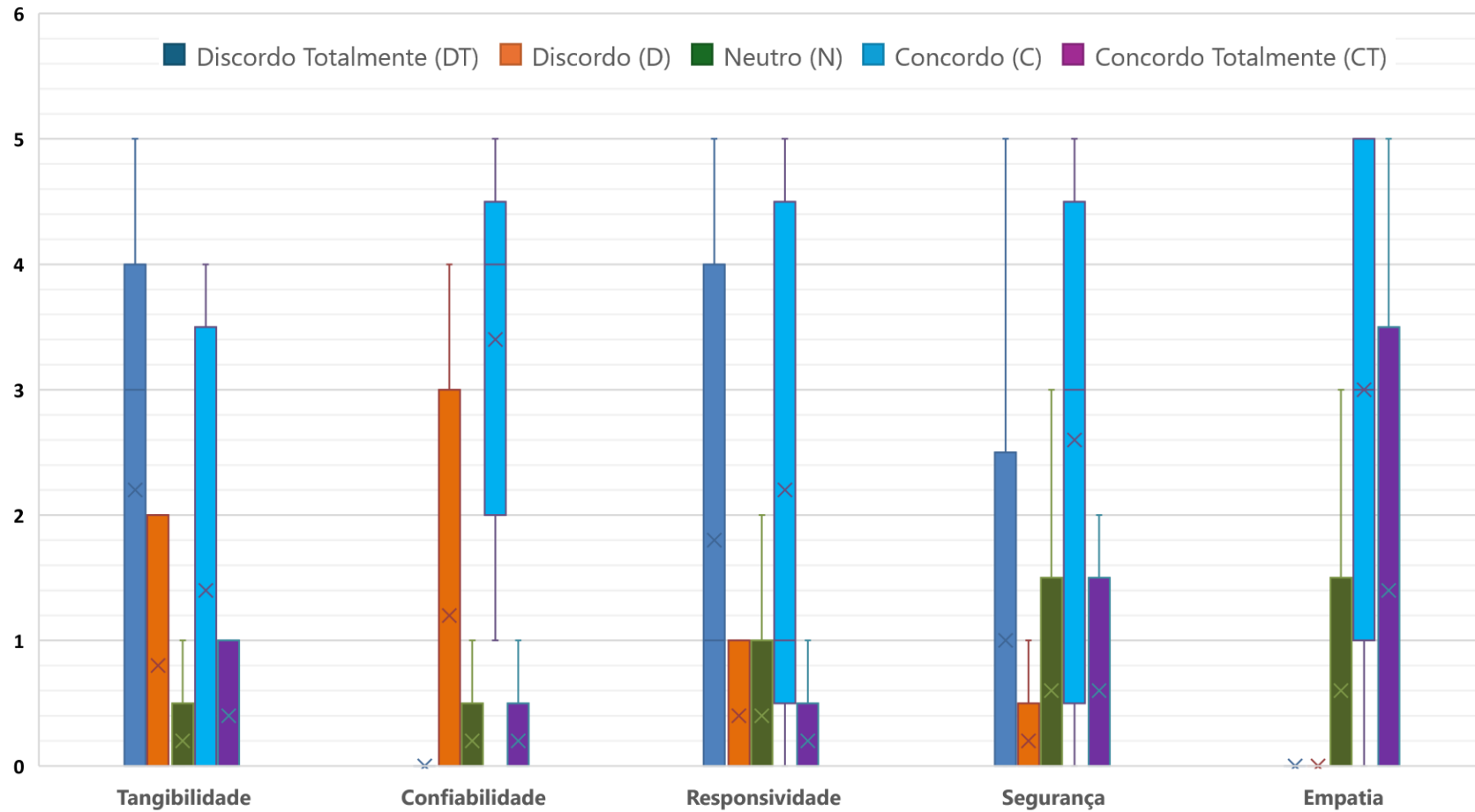
6. Percepção observadas

A melhoria de 84% nos resultados SERVQUAL entre as duas rodadas refletem um trabalho minucioso na análise crítica e na implementação de melhorias. Cada dimensão avaliada destacou um aspecto fundamental da experiência do jogador, e os esforços para otimizar essas áreas foram bem-sucedidos, garantindo uma experiência mais satisfatória e alinhada com os objetivos educacionais e lúdicos do ECO BOARD GAME.

Além disso, a presença de alunos com experiências acadêmicas e práticas diversificadas nos programas de Engenharia da UFSCar reforçou o caráter interdisciplinar do projeto. Essa colaboração enriqueceu o processo de desenvolvimento, garantindo que o jogo não apenas alcance altos padrões de qualidade, mas também cumpra sua proposta educativa de maneira eficaz.

Por fim, o comprometimento dos membros do grupo EngS ilustra a importância do trabalho coletivo e da integração entre teoria e prática para o sucesso de projetos inovadores. A contribuição deles demonstra como a união entre pesquisa acadêmica e engajamento pessoal pode gerar resultados significativos e de impacto, alinhados aos princípios de excelência acadêmica e inovação da UFSCar.

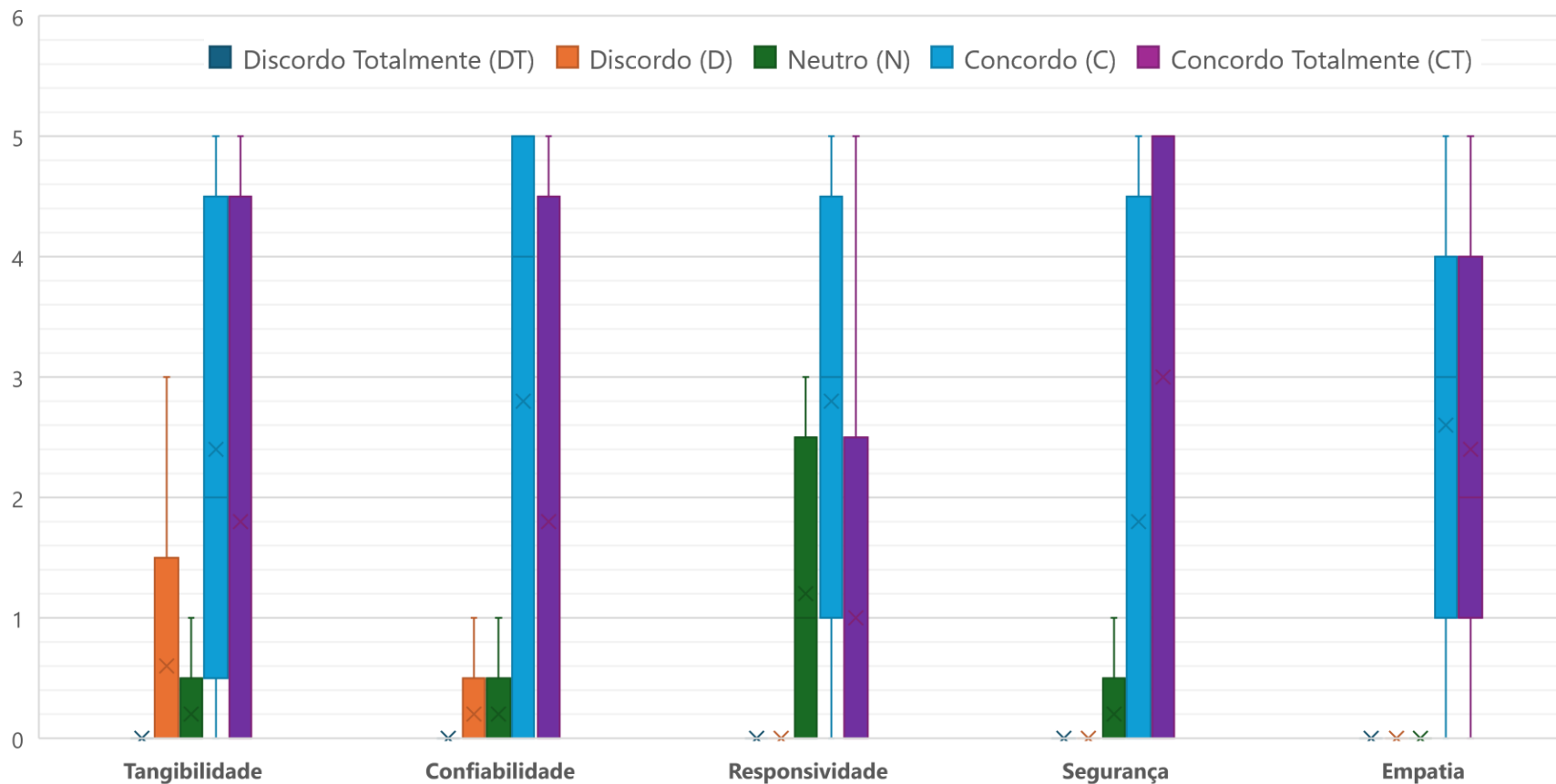
PRÉ-TESTE 26/04/2024 - 1ª RODADA DE TESTE : ECO BOARD GAME



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 26 - Resultados da 2ª rodada de testes do ECO BOARD GAME ocorrida em 05/09/2024.

PRÉ-TESTE 05/09/2024 - 2ª RODADA DE TESTE : ECO BOARD GAME



Fonte: Elaboração própria (2024)

Dessa forma pela qual se pode pontuar a partir da análise da dimensão tangibilidade, alguns avanços no tocante a percepção dos elementos físicos melhorou substancialmente na segunda fase de testes do jogo (Figura 26), sugerindo que os ajustes visuais ou materiais realizados entre os dois testes tiveram um impacto positivo. Outras oportunidades de melhoria nesta dimensão foram a continuidade de aprimoramento dos aspectos tangíveis, como a qualidade dos materiais do jogo, para garantir uma percepção mais positiva em futuros testes, conforme maiores informações disponíveis na seção de Apêndice A.

Também, pode-se ponderar para a dimensão confiabilidade, que os avanços na percepção de confiabilidade na segunda fase de testes do jogo foram positivos, sugerindo que ajustes nas regras, clareza de instruções ou consistência do jogo foram efetivos até o momento.

No contexto das ponderações para a dimensão responsividade, os avanços entre o primeiro e segundo teste do jogo foram principalmente quanto da melhoria na percepção da capacidade do jogo de se adaptar e responder aos jogadores, possivelmente devido a ajustes nas mecânicas de interação e nas oportunidades de melhoria, a preocupação em focar em tornar o jogo ainda mais responsivo, às ações e escolhas dos jogadores, talvez através de ajustes nas regras ou mecânicas que oferece mais “*feedback*” ou consequências claras às decisões dos participantes. Destaque também para a criação do case-padrão do jogo em formato de “*Storytelling*”, o que contribuiu para um maior e melhor entendimento prévio dos jogadores antes do início de uma jogatina.

Das observações, a ponderar para a dimensão segurança, destacou-se a evidência de que as regras e papéis dos jogadores são claros e sobre a preocupação em manter os altos padrões de segurança percebidos para que todos os jogadores se sintam confortáveis e seguros durante a experiência.

Nas considerações ponderadas para a dimensão empatia, destacou-se com avanços, a confirmação através da segunda fase de testes do jogo, de como um jogo receptivo pois o jogo mostra-se às necessidades dos jogadores e trazem como oportunidades de melhoria, a continuidade de enfatizar elementos que demonstrem empatia, como suporte aos jogadores, feedback positivo, e adaptação às necessidades dos diferentes perfis de jogadores.

Isso foi evidenciado, pela criação das cartas com descritivo sobre as funções do SIPOC, regras do jogo claras, e o incentivo ao jogo cooperativo e não apenas competitivo na medida em que cada jogador desempenha uma função específica no contexto do case-padrão do jogo.

Logo, há necessidade de cooperação entre as partes e não somente de competição pela melhor pontuação no jogo.

Embora, como limitação aos pré-testes iniciais, as questões em relação ao tamanho da amostragem e a generalização dos resultados da avaliação SERVQUAL, seja um ponto a ser considerado, é validado, e possível de se mitigar esses desafios aumentando a diversidade e a quantidade de dados coletados, aplicando o jogo em mais contextos acadêmicos e para um número maior de jogadores de maneira que em uma possível continuidade desta pesquisa, tal aspecto deverá ser considerado.

Da contextualização do propósito da análise, buscou-se explicar, todavia, que o objetivo do pré-teste foi, a exploração das percepções iniciais e identificação de áreas de melhoria, e que não necessariamente, fornece uma avaliação definitiva e generalizável. Isso coloca a amostra pequena em um contexto de descoberta e ajuste, em vez de uma conclusão final, possibilitando a sugestão de pesquisas futuras, e propondo que os resultados obtidos, sejam usados como base para estudos futuros ajustes e/ou aplicações do ECO BOARD GAME com amostras maiores.

A metodologia de uso de jogos de tabuleiro para EPS é uma área crescente, mas a literatura aponta diversas lacunas e limitações nesse processo de ensino-aprendizagem. —. As dificuldades em medir os impactos de longo prazo na avaliação do impacto real no comportamento dos alunos em relação à sustentabilidade, é também um desafio. Muitos estudos se concentram em resultados imediatos (como satisfação e engajamento), mas carecem de dados sobre mudanças reais de comportamento ou atitudes sustentáveis de longo prazo que promovam uma mudança cultural, conforme GEORGIU et al., 2023.

Embora uma amostra pequena tenha suas limitações, a análise da qualidade do ECO BOARD GAME foi válida para identificar tendências preliminares, como evidenciado nos pré-testes das Figuras 20 e 21, onde claramente houve um progresso na qualidade do jogo após as melhorias feitas, apontadas na matriz SWOT e convertidas para a ferramenta SERVQUAL, como confirmado pelos seus usuários/jogadores e detalhes nas Tabelas 2A e 3A do Apêndice A.

5. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jogos de tabuleiro já são utilizados para educação empresarial, e no contexto da EPS, podem ser aliados/ferramentas importantes para disseminar fundamentos e conceitos de forma lúdica e leves jogos de tabuleiro representam uma ferramenta inovadora para a EPS, promovendo engajamento e aprendizado ativo.

No entanto, há oportunidades significativas, como a identificação e prospecção de recursos específicos que integrem conceitos complexos de sustentabilidade com práticas produtivas reais. Muitas vezes, esses jogos não abordam de maneira holística a interdependência entre fatores ambientais, sociais e econômicos, limitando a compreensão sistêmica dos alunos. Por outro lado, há oportunidades promissoras para criar jogos de tabuleiro que estimulem o pensamento crítico e a resolução de problemas, conforme abordado pela análise SWOT feita, ajudando assim os alunos a entenderem melhor os desafios da produção sustentável. Jogos que integram questões locais, incentivam a colaboração e exploram cenários do mundo real podem aumentar a relevância e o impacto educativo.

A análise da literatura corrente trouxe direcionamentos sobre o uso de jogo de tabuleiro na Educação para a Produção Sustentável, por meio dos quais foram observados benefícios para o processo de ensino-aprendizagem, destacando-se o aspecto lúdico, a abordagem do tipo RPG, que proporciona um momento de lazer, além de ser uma metodologia alternativa e ativa, capaz de fomentar o interesse pela área de estudo desejada. Além disso, jogos comerciais atualmente existentes foram revisados, e suplementar o design proposto ao ECO BOARD GAME de forma efetiva, desde sua proposta de valor até o design do jogo em si.

O ECO BOARD GAME é um jogo de tabuleiro caracterizado pela competitividade e colaboratividade, e que teria como objetivo principal a disseminação do conhecimento na EPS, de forma cognitiva (lúdica) e tácita, para que promovesse, através de interação entre as ações dos seus jogadores, práticas e aprendizados no contexto da EPS.

Após a realização do estudo sobre a utilização de jogos de tabuleiros para a EPS, pode-se observar que há possibilidade real de contribuições na formação de alunos, uma vez que tal didática pode proporcionar uma camada lúdica na aprendizagem e pode contribuir para a mobilização dos indivíduos, complementando o ensino tradicional em sala de aula, pois a criação de narrativas pode ser um recurso compatível com a construção de um significado mais forte, durante o processo de aprender.

Entretanto, a versão do jogo a que se chegou tem condições de receber refinamentos, pelos resultados apresentados nessa seção, mas nota-se afirmativamente, que os objetivos foram aqui atingidos e sua aplicação é viável ao processo de ensino-aprendizagem como ECO BOARD GAME – O JOGO DE TABULEIRO PARA EDUCAÇÃO NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL.

Já através dessa primeira versão descrita, foi possível promover a fluidez no processo de jogabilidade, o entretenimento e a interatividade, no contexto educacional, bem como, por meio de um design adequado, foram possíveis prototipar um jogo de tabuleiro com finalidade de EPS de forma simples e barata, e com qualidade como demonstrado nos resultados de seu pré-testes.

É preciso reforçar que se trata de um jogo cooperativo e competitivo e que, no desenvolvimento de seu aprendizado, espera-se de maneira intrínseca e natural, uma interação e engajamento entre todos os participantes, no sentido de promover o conhecimento das partes envolvidas na partida, o que faz dele, além de um jogo competitivo, um jogo também colaborativo.

Comparado aos demais jogos comerciais revisados isso se mostra um diferencial, pois a maioria dos jogos analisados são de característica competitiva ou cooperativa.

Os desafios para EPS incluem a resistência a novas metodologias educacionais, a falta de formação de professores para facilitar jogos de tabuleiro como ferramentas de aprendizagem, e a necessidade de desenvolver conteúdos que sejam inclusivos e acessíveis para diferentes faixas etárias e contextos culturais, apontadas na revisão da literatura e sintetizada na matriz SWOT.

Para mitigar esses desafios, é essencial fomentar parcerias entre educadores, desenvolvedores de jogos e especialistas em sustentabilidade, além de criar materiais que sejam adaptáveis às realidades locais e promover o uso de jogos como parte de um currículo integrado.

A aplicação em contextos técnicos, em áreas como a Engenharia, dos conceitos de sustentabilidade, pode ser muito complexa para serem simplificados em um jogo de tabuleiro e deveriam ser derivados para os jogos para aplicações específicas.

Existe uma preocupação em garantir que o jogo não trivialize esses conceitos e que o aprendizado seja profundo e aplicável na prática e que para tratar dessa problemática, os jogos existentes, precisam ser adaptados para o contexto de EPS, o que exige tempo, recursos e um

entendimento profundo tanto do jogo quanto dos objetivos educacionais. Isso tudo precisa ser gerenciado pois cria-se dificuldade em garantir a transferência do aprendizado.

Há uma lacuna entre o aprendizado experiencial dentro do jogo e a capacidade dos alunos de aplicar esses conceitos no mundo real. Pesquisadores questionam até que ponto a aprendizagem obtida nos jogos de tabuleiro realmente transfere para a resolução de problemas reais e complexos relacionados à produção sustentável. Esse tipo de desafio poderia ser abordado em pesquisas futuras.

Também, os desafios na integração com currículos tradicionais, na inserção dos jogos de tabuleiro em currículos já estabelecidos, pode ser uma barreira, especialmente em cursos mais rígidos como Engenharia. Há uma necessidade de maior flexibilidade curricular para incluir jogos como metodologia ativa de ensino, sem comprometer o conteúdo teórico necessário. Alinhado a isso, outro desafio pode ser a falta de recursos e treinamento de docentes para essa metodologia de ensino-aprendizagem pela falta de formação adequada prévia. Além disso, a implementação do ECO BOARD GAME e outros jogos similares, pode demandar maior tempo e recursos, o que nem sempre está disponível em todas as instituições.

Essas lacunas e desafios todos sugerem a necessidade de mais pesquisas, desenvolvimento de materiais didáticos específicos e capacitação docente para explorar plenamente o potencial dos jogos de tabuleiro EPS. A promoção da EPS através de jogos de tabuleiro exige esforços coordenados para superar barreiras educacionais e aumentar a conscientização sobre a importância da sustentabilidade nas práticas produtivas e para isso o elemento do “*Storytelling*” foi importante para garantir que uma das principais limitações dos jogos gamificados apontados na revisão da literatura e da revisão documental, fosse superada, ou seja, a complexidade no entendimento de problemas sobre sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, F. A., & SAID, I. (2015). **Affordances of space for social interaction: Transitory Space in Learning Institutions.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 202, 30-40
- BARDIN, LAURENCE. **Análise de conteúdo.** Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. Tradução de: L'Analyse de Contenu
- BATALHA, M. O., & RACHID, A. (2008). **Estratégia e organizações.** In M. O. Batalha & A. Rachid, Confederação Nacional de Indústria – CNI. (2016a).
- BRYCESON, K. P. **The development of VAG - A 3D virtual agribusiness environment and strategy game.** *Electronic Commerce Research*, v. 9, n. 1–2, p. 27–47, 2009.
- CABEDO, L. *et al.* **University social responsibility towards engineering undergraduates: The effect of methodology on a service-learning experience.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 10, n. 6, 2018.
- CABOT, A. G. *et al.* **Measuring the effects on learning performance and engagement with a gamified social platform in an MSc program.** n. February 2019.
- CHAN, C. *et al.* **Environmental education game-based e-learning for urban tourism education through an online scenario game.** *International Research in Geographical and Environmental Education*, v. 0, n. 0, p. 1–18, 2019.
- CHAPPIN, E. J. L.; BIJVOET, X.; OEI, A. **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.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Produção e consumo sustentáveis:** Apresentação, c2023. Página inicial. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/>>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.
- CHEN, F. H.; HO, S. J. **Designing a board game about the United Nations' Sustainable Development Goals.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 14, n. 18, p. 1–18, 2022.
- CONNOLLY, T. M. *et al.* **A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games.** *Computers and Education*, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012.
- CORREIA, S. C., & BOZUTTI, D.F. **Challenges and difficulties to teaching engineering to generation Z: case research.** *Propósitos y Representaciones*, 5(2), 127 -183, 2017
- DAMASCENO, E. *et al.* **A importância da educação ambiental na era digital.** v. 29, n. 5, p. 55–62, 2024.

DE OLIVEIRA RANGEL SALIBI, J. G. *et al.* **The use of games in a graduation course in an engineering faculty.** International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, v. 11, n. 2014, p. 283–291, 2021.

DE OLIVEIRA, R. N. R. *et al.* **Development and evaluation of usability and accessibility of an educational digital game prototype aimed for people with visual impairment.** Revista Brasileira de Educacao Especial, v. 27, p. 847–864, 2021.

DE SOUZA, L. N. *et al.* **School design patterns supporting learning through play.** International Journal of Play, v. 9, n. 2, p. 202–229, 2020.

DE VRIES, P.W.; Knol, E. **Serious gaming as a means to change adolescents' attitudes towards saving energy; preliminary results from the EnerCities case.** In Proceedings of the EDEN Annual Conference, Dublin, Ireland, 19–22 June 2011.

DETERDING, S., KHALED, R., NACKE, L., DIXON, D. **Gamification: Toward a definition.** In Proceedings of the CHI 2011. Vancouver, 2011. p. 2425-2434.

FARDO, M. L. **Gamificação com foco em narrativa e relações com o saber de uma experiência no ensino superior, 2022**

FITZSIMMONS, J. A., & FITZSIMMONS, M. J. (2010). **Administração de serviços: Operações, estratégia e tecnologia da informação.** (2ª ed.). Bookman.

FLEACA, B.; FLEACA, E.; MAIDUC, S. **Framing teaching for sustainability in the case of business engineering education: Process-Centric Models and Good Practices.** Sustainability (Switzerland), v. 15, n. 3, 2023.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FIRMINO, A. S. *et al.* **Towards industry 4.0: a SWOT- based analysis for companies located in the Sorocaba Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil) TT - Rumo à Indústria 4.0: uma análise SWOT para empresas situadas na Região Metropolitana de Sorocaba (SP, Brasil).** Gestão & Produção, v. 27, n. 3, p. 1–21, 2020.

GEORGIU, Y. *et al.* **A systematic review on games for environmental citizenship: Gaps and recommendations.** Journal of Environmental Education, v. 54, n. 1, p. 35-48, 2023.

GIBSON, J.J. (1966). **Os sentidos considerados como sistemas perceptivos.** Boston, MA: Houghton Mifflin

GUGERELL, K.; ZUIDEMA, C. **Gaming for the energy transition.** Experimenting and learning in co-designing a serious game prototype. J. Clean. Prod. 2017, 169, 105–116.

GIUSTI, G. *et al.* **Life cycle assessment teaching innovation: experiences from a Brazilian higher education institution.** International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 24, n. 2, p. 449–461, 2023.

- HALLINGER, P. *et al.* **A bibliometric review of research on simulations and serious games used in educating for sustainability.** 1997–2019. *Journal of Cleaner Production*, v. 256, p. 120358, 2020.
- HARRISSON, JP (2010). **Planejamento estratégico e análise SWOT.** Em JP Harrison, *Fundamentos do planejamento estratégico em saúde.* Chicago: Health Administration Press.
- HASHIM, M. *et al.* **Unlocking the sustainable production indicators: A Novel TESCO based Fuzzy AHP Approach.** *Cogent Business and Management*, v. 8, n. 1, 2021.
- HEFT, H. (2010). **Affordances e a percepção da paisagem:** Uma investigação sobre a percepção ambiental e a estética. Em CW Thompson, P. Aspinall, & S. Bell (Eds.), *Abordagens inovadoras para pesquisar paisagem e saúde* (pp. 9-32). Londres: Routledge.
- JAMES PAUL GEE. **What video games have to teach us about learning and literacy.** *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1):20–20, 2003.
- KALSOOM, Q.; QURESHI, N.; KHANAM, A. **Perceptions of the research scholars regarding education for sustainable development (ESD) in Pakistan.** *World Sustainability Series*, p. 165–179, 2018.
- KALLEVIG, K. A. **Cornerstone: A Collection of scholarly cornerstone: A Collection of Scholarly and Creative Works for Minnesota and Creative Works for Minnesota Perceptions of Failure in Education: Changing the Fear of Failure Perceptions of Failure in Education: Changing.** 2015.
- KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESH, R. **The gamification of learning and instruction: Ideas into practice.** Wile.2014
- KATSALIAKI, K.; MUSTAFEE, N. **Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field.** *Simul. Gaming* 2015, 46, 647–672.
- LANGENDAHL, P. A., COOK, M., & MARK-HEBERT, C. **Exploring gamification in management education for sustainable develop** 2017.
- LEAL FILHO, W.; SALVIA, A. L.; EUSTACHIO, J. H. P. P. **An overview of the engagement of higher education institutions in the implementation of the UN sustainable development goals.** *Journal of Cleaner Production*, v. 386, n. December 2022, 2023.
- LEAL FILHO, W. *et al.* **Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG).** *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, v. 25, n. 2, p. 131–142, 2018.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** Tradução de Maria Elisa Costa. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2001.

- LOPES SILVA, D. A.; DA SILVAB, E. J.; OMETTO, A. R. **Green manufacturing: An analysis of scientific publications and trends for the future.** *Produção*, v. 26, n. 3, p. 642–655, 2016.
- LADISLAU, HALLISON. **O jogo do bingo como estratégia no ensino e na aprendizagem da tabela periódica.** 2024.
- LU, C.-C.; SHI, H.-C. **Playing “insects playing board games” to cultivate the scientific process skills of primary school students.** *Chin. J. Sci. Educ.* 2016, 24, 1–30.
- MARA STOCKER LAGO, S.; PELLIN, A. **Sustainable business models: The State of The Art of Flourishing Business Canvas.** v. 19, p. 1982–8756, 2023.
- MAYER, B.; HARRIS, C. **Libraries Got Game: Aligned Learning through modern board games;** American Library Association: Chicago, IL, USA, 2010
- MAZARAKIS, A.; BRÄUER, P. **Gamification is working, but which one exactly?** Results from an Experiment with Four Game Design Elements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 0, n. 0, p. 1–16, 2022.
- MERRITT, E.; HALE, A.; ARCHAMBAULT, L. **Changes in pre-service teachers’ values, sense of agency, motivation and consumption practices: A case study of an education for sustainability course.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 1, 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inovar ambiental: Saiba o que é o conceito de produção sustentável e quais seus benefícios,** c2020. Página inicial. Disponível em: <<https://inovambiental.com.br/2020/05/04/producao-sustentavel-beneficios>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.
- MADANI, K.; PIERCE, T. W.; MIRCHI, A. **Serious games on environmental management.** *Sustainable Cities and Society*, v. 29, p. 1–11, 2017.
- OLIVEIRA, M. A.; SAUAIA, A. C. A. **Impressão docente para aprendizagem vivencial: Um Estudo Dos Benefícios Dos Jogos De Empresas.** *Administração: Ensino e Pesquisa*, v. 12, n. 3, p. 355, 2011.
- OLIVEIRA, M. A.-Y.; FERREIRA, J. J. P. **Business model generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers - book review.** *African Journal of Business Management*, v. 5, n. 7, 2011.
- OLSEN S. I. *et al.* **“Sustainability and LCA in engineering education – a course curriculum,”** *Procedia CIRP*, Vol. 69, pp. 627-632, 2018
- OSTERWALDER, A., & PIGNEUR, Y. (2010). **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers (Vol. 1).** John Wiley & Sons.
- PAGE, M. K. *et al.* **Updating the PRISMA reporting guideline for systematic reviews and meta-analyses: study protocol.** p. 1–21, 2018.

- PAHLEVAN-SHARIF, S.; MURA, P.; WIJESINGHE, S. N. R. **A systematic review of systematic reviews in tourism.** Journal of Hospitality and Tourism Management, v. 39, n. March, p. 158–165, 2019.
- PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A., & BERRY, L. L. (1988). **SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality.** Journal of Retailing, 64(1), 12-40.
- PARREIRAS, M. *et al.* **Um jogo de tabuleiro colaborativo para motivar alunos de educação ambiental.** p. 51–59, 2023.
- PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T. A. **The evolution of lean Six Sigma.** International Journal of Quality and Reliability Management, v. 27, n. 2, p. 138–155, 2010.
- ROSSANO, V.; Roselli, T.; Calvano, G. **A serious game to promote environmental Attitude.** In Smart Education and e-Learning 2017; Uskov, V., Howlett, R., Jain, L., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2018; Volume 75, pp. 48–55.
- RECH, A.; STEGER, C.; PISTAUER, M. **Gamifying connected services patterns.** ACM International Conference Proceeding Series, n. i, 2019.
- RINCON-FLORES, E. G. *et al.* **Gamit! Icing on the Cake for Mathematics Gamification.** Sustainability (Switzerland), v. 15, n. 3, p. 1–13, 2023.
- ROCHA, MATEUS SOUZA. **RPG: Jogo e Conhecimento: O Role Playing Game como mobilizador de esferas do conhecimento.** Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação de Mestrado) - Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 2006.
- RODRIGUES, J. **O impacto da gamificação na educação corporativa em empresas brasileiras.** 2019.
- SEGONI, S. **A role-playing game to complement teaching activities in an ‘environmental impact assessment’ teaching course.** Environmental Research Communications, v. 4, n. 5, 2022.
- SHNEIDERMAN, B. **Designing for fun: How can we design user interfaces to be more fun?** Interactions, v. 11, n. 5, p. 48-50, 2004.
- SHOOK, J. REPRINT NUMBER 50408 **Design Thinking: Innovation Toyota’s Secret:** n. 50408, 2009.
- SKINNER, B. F. **About Behaviorism.** 1. ed. New York: Alfred A. Knopf, 1974.
- STOTT, A.; NEUSTAEDTER, C. **Analysis of gamification in education.** Carmster.Com, p. 1–8, 2013.
- TILVAWALA, K. *et al.* **Values-based transformative games: From the physical to the digital.** Proceedings of the European Conference on Games-based Learning, v. 2023-Octob, n. section 3, p. 683–692, 2023.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. **Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review.** British Journal of Management, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.

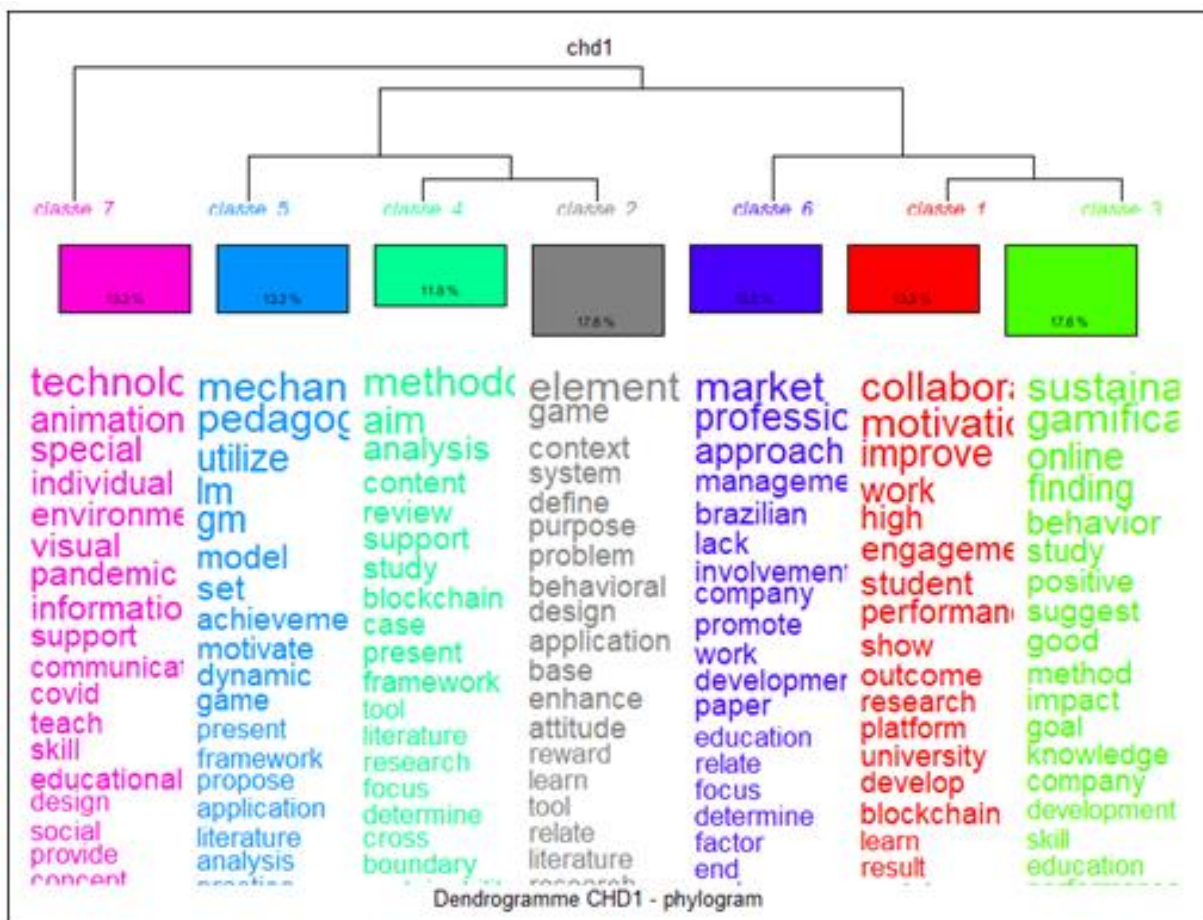
TSAI, J. C. *et al.* **Using a board game to teach about sustainable development.** SUSTAINABILITY (SWITZERLAND) V.13, N. 9, P1-19, 2021

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a liveable planet as resource use spikes.** International Resource Panel. Nairobi, 2024. Página inicial. Disponível em: <
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44/>. Acesso em: 14 de mar de 2024

VIDAL, T. C.; DOS SANTOS, S. C.; CARVALHO, R. S. **PBL-Tutor Canvas: A tool based on backward design to plan PBL in Computing Education.** Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, v. 2016- Novem, 2016.

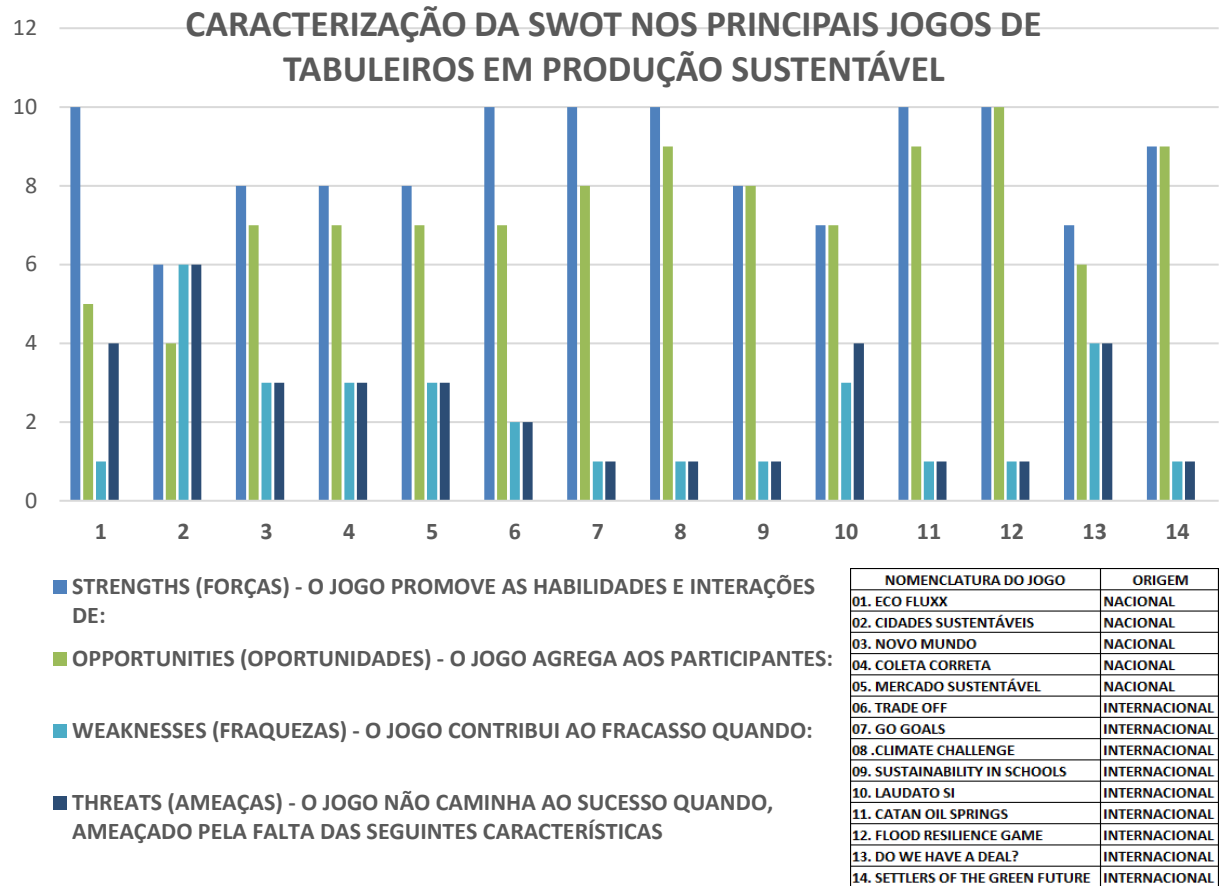
WETTERICH, C. B.; COSTA, L. S. **O uso de metodologias ativas no ensino remoto emergencial.** Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 5, n. 1, p. 45-60, 2022.

Figura A 3 - Caracterização da análise qualitativa – dendrograma, dos artigos selecionados para leitura profunda da revisão da literatura.



Fonte: Elaboração própria (2023), avaliado pelo “software” IRaMuTeQ.

Tabela A 1 - Caracterização da SWOT nos principais jogos de tabuleiros em EPS.



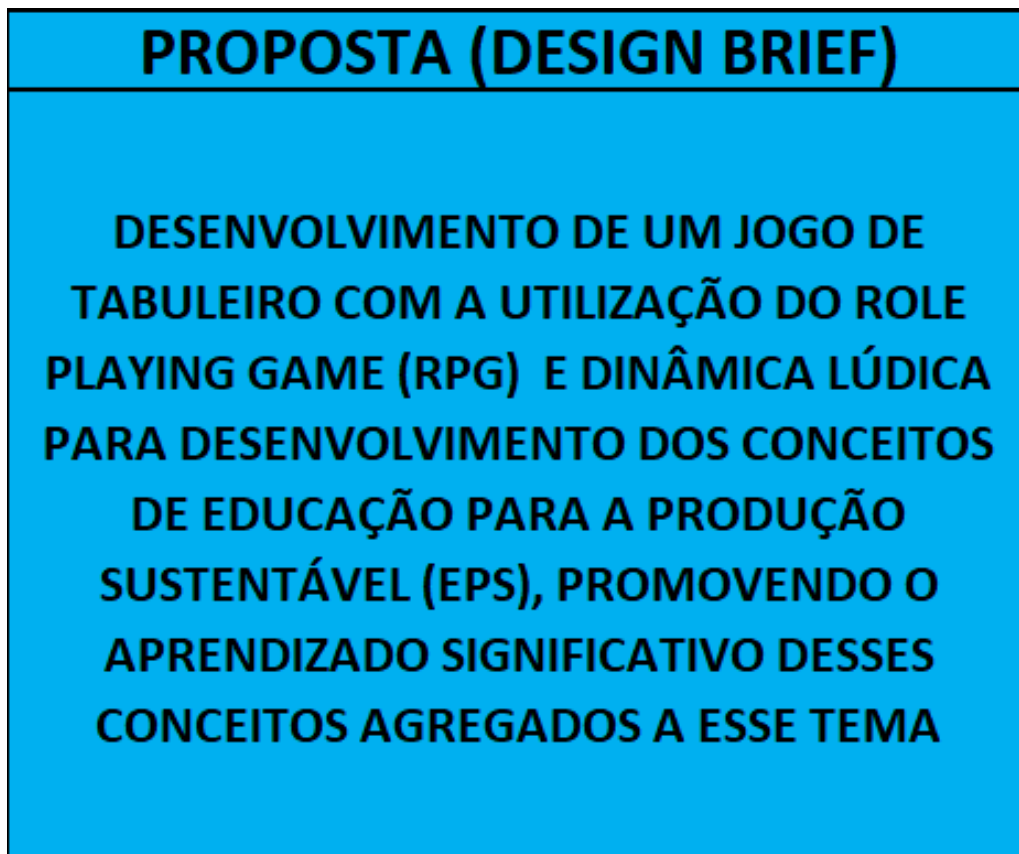
Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura A 6 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PRODUTO (recursos utilizados).

RECURSOS UTILIZADOS
RPG - CENÁRIO
RPG - ROUPA
RPG - CAPABILITES SIPOC
STORY TELLING
BOARD GAME - CARTAS
BOARD GAME - CAPABILITES
BOARD GAME - DADOS
BOARD GAME - PEÕES E SUAS CARACTERIZAÇÕES
BRAINSTORM - APRENDIZADOS
BRAINSTORM - LESSONS LEARNEDS
BRAINSTORM - CONCLUSIVAS

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura A 7 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco na PROPOSTA DE VALOR (“design brief”).



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura A 9 - Caracterização da identificação das características abordadas no BUSINESS MODEL CANVAS SUSTAINABLE, com foco no PEDAGÓGICO (habilidades treinadas).

HABILIDADES TREINADAS
COGNITIVAS - COLABORAÇÃO
COGNITIVAS - COOPERAÇÃO
COGNITIVAS - INTERAÇÃO
COGNITIVAS - COMPETIÇÃO
COGNITIVAS - INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS
COGNITIVAS - EXPLORAÇÃO DOS RESULTADOS
COGNITIVAS - PROMOÇÃO DE TOMADAS DE DECISÕES EM AMBI
COGNITIVAS - ENGAJAMENTO
COGNITIVAS - APRENDIZADO SOCIAL
COGNITIVAS - DESENVOLVIMENTO DE PENSAMENTO CRÍTICO
COGNITIVAS - TOMADA DE DECISÃO
COGNITIVAS - ANÁLISE DE CENÁRIOS E CONTEXTOS
COGNITIVAS - PERCEPÇÃO CRÍTICA DOS ACONTECIMENTOS
TÁCITAS - APROXIMAÇÃO DE GRUPOS (EXECUÇÃO)
TÁCITAS - RETENÇÃO DO APRENDIZADO (EXECUÇÃO)
TÁCITAS - ESTIMULAÇÃO MENTAL, SENSORIAL E SOCIAL (EXECUÇÃO)
TÁCITAS - APRENDIZADO DE NOVOS CONCEITOS E FERRAMENTAS

Fonte: Elaboração própria (2023)

Tabela A 2 - Síntese da percepção da 1ª rodada de testes, realizada em 26/04/2024, pela matriz SWOT, pelo grupo de participantes do Grupo EngS da UFSCar campus Sorocaba.

<p style="text-align: center;"><i>STRENGTHS</i> (FORÇAS)</p>	<p style="text-align: center;"><i>OPPORTUNITIES</i> (OPORTUNIDADES)</p>
<p>- ... de modo geral, achei o jogo muito legal em todos os sentidos. Conseguimos APRENDER coisas ao mesmo tempo em que nos divertíamos, isso tudo, em poucos minutos. Tenho certeza de que a função principal dele está sendo muito bem cumprida.</p> <p>- ... eu achei que ele estava bem PENSADO em diversos pontos, como a sequência PDCA no tabuleiro conduzindo as perguntas e a ideia de RPG.</p>	<p>- ... considerar montagem de equipes MULTIFUNCIONAIS, (SUPPLYER, PROCESS E CUSTOMER) para as questões específicas sejam respondidas pelo ESPECIALISTA.</p> <p>- ... fixar o USO DE DADOS, para movimentação no jogo.</p> <p>- ... deixar as questões com NÍVEIS DE DIFICULDADES e padronizar o valor delas. Por exemplo, fácil vale X, média vale Y, difícil vale Z e desafiadora vale W.</p> <p>- ... verificar a questão da PONTUAÇÃO DAS PERGUNTAS, pois a meu ver se uma equipe responder certo todas as perguntas médias ao longo de uma rodada (giro no tabuleiro), ao final ela deveria estar com uma pontuação próxima de média no NMDC ou algo nesse tipo.</p> <p>- ... uma sugestão para evitar perda de ideias é que os jogadores tenham PRANCHETAS e anotem as respostas dos times.</p> <p>- ... encontrar uma boa forma de ALEATORIZAR AS PERGUNTAS. Da forma como fizemos, a aleatoriedade pode facilmente ser manipulada pelo moderador. A ideia das cartas com perguntas em cima do tabuleiro pode ser uma boa alternativa.</p> <p>- ... trazer um BRIEFING INICIAL com o panorama geral da situação-problema que será abordada no jogo.</p> <p>- INCLUIR FERRAMENTAS DA QUALIDADE conforme as fases do PDCA, elencando algumas ferramentas que possam contribuir para a melhoria de processos e com viés da sustentabilidade.</p> <p>- ... a ideia dos CRACHÁS de identificação foi muito boa! ... dar uma maior diferenciação em termos de cores/vestimenta, para ter uma personalização maior.</p> <p>- ... definir se irão ser usados os nomes em inglês do SIPOC ou se serão TRADUZIDOS (como no manual).</p> <p>- ... para quem não tem tanta familiaridade, acho que pode ser muito válido ENVIAR o case e o manual com as explicações dos conceitos principais um tempo ANTES DO JOGO ACONTECER.</p> <p>- SUBSTITUIR as folhas de perguntas por cards com perguntas e alternativas de respostas.</p>

<p style="text-align: center;">WEAKNESSES</p> <p style="text-align: center;">(FRAQUEZAS)</p>	<p style="text-align: center;">THREATS</p> <p style="text-align: center;">(AMEAÇAS)</p>
<p>- ... formalizar um CASE PADRÃO para o jogo. O caso deve ter um <i>Storytelling</i> inicial e, depois, no final, o Report A3, para que cada grupo sintetize lá seus destaques, na medida em que progride no jogo.</p> <p>- ... REFAZER AS QUESTÕES DO JOGO, de forma que cubra o <i>case</i> do estudo de caso padrão do jogo.</p> <p>- ... acredito que a ideia dos personagens, apesar de ser muito legal, ficou um pouco PERDIDA durante o jogo. Por exemplo, eu era cliente, mas em nenhum momento o fato de eu ser cliente teve algum reflexo no jogo. Minha sugestão é que alguma regra seja criada para que os personagens tenham significado.</p> <p>- ... a pontuação para as respostas a perguntas parece INCOERENTE com as pontuações de "sorte e revés". Enquanto as respostas às perguntas têm uma validade de 0.25, o revés parece tirar facilmente 1 ponto de maturidade. Talvez essas pontuações (ou o revés) possam ser repensadas.</p> <p>- ... acho válido REVER A ESCALA DE PONTOS para ser usado números redondos, de 1 em 1 ou de 10 em 10. Fica mais fácil para ver a pontuação, havia questões muito difíceis com pontuação baixa e questões muito fáceis com pontuação muito alta. Talvez seja válido criar uma escala por nível de dificuldade.</p>	<p>- ... Mecanização do jogo não estimula a motivação para a jogabilidade. (RECH, <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>- ... Avaliação formativa do aprendizado sem uma ambientação descontraída e divertida. (RECH, <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>- ... Não gerador de valor por meio do aprendizado cognitivo e tácito. (PARREIRAS <i>et al.</i>, 2023; RECH, <i>et al.</i>, 2019 e CORREIA <i>et al.</i>, 2017)</p> <p>- ... na devolutiva das percepções, não houve, por parte dos respondentes, características apontadas como fator de AMEAÇA.</p>

Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela A 3 - Síntese da percepção da 2ª rodada de testes, realizada em 05/09/2024, pela matriz SWOT, pelo grupo de participantes do Grupo EngS da UFSCar campus Sorocaba.

<p style="text-align: center;"><i>STRENGTHS</i> (FORÇAS)</p>	<p style="text-align: center;"><i>OPPORTUNITIES</i> (OPORTUNIDADES)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - ... Personagens representando stakeholders: <u>Ideia criativa</u> que adiciona profundidade ao jogo. - ... Discussão de <u>temas relevantes</u>: Estimula reflexões sobre sustentabilidade. - ... <u>Integração de conceitos (PCDA e SIPOC)</u>: Combinação inovadora e educativa. - ... <u>Competição saudável</u>: Adiciona dinamismo ao jogo. - ... <u>Elementos de RPG</u>: Tornam o jogo mais divertido e envolvente. - ... Perguntas de <u>múltipla escolha</u>: Facilitam e dinamizam o jogo. - ... Definição de <u>público-alvo (estudantes de graduação)</u>: A escolha assertiva facilita o planejamento futuro. - ... <u>Aplicação rápida</u>: O jogo pode ser implementado facilmente, abordando temas urgentes de forma lúdica. 	<ul style="list-style-type: none"> - ... <u>Uso de cartas no tabuleiro</u>: Facilita o acesso e dinamiza o jogo. - ... <u>Melhoria na escala de pontos de maturidade</u>: Simplificação da pontuação. - ... <u>Alinhamento prévio com os participantes</u>: Aulas de nivelamento para garantir conhecimento prévio. - ... Adoção de <u>dados com mais faces</u>: Aumenta a aleatoriedade e a diversão. - ... Incorporar mais elementos colaborativos e pedagógicos: <u>Garantir o foco na proposta educacional</u>.

<p style="text-align: center;"><i>WEAKNESSES</i> (FRAQUEZAS)</p>	<p style="text-align: center;"><i>THREATS</i> (AMEAÇAS)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - ... Acessórios dos personagens: Não se encaixam perfeitamente. - ... Repetição nas alternativas: Opções de resposta repetitivas. - ... Perguntas pouco desafiadoras: Necessidade de maior dificuldade e variedade. - ... Materiais controlados pelo monitor: Pode criar viés e tornar o jogo menos fluido. - ... Necessidade de clareza no Storytelling e papéis dos personagens: Elementos do jogo não estão claros para os jogadores. - ... Tempo de preparação e complexidade: Pode desencorajar o uso em ambientes não acadêmicos. 	<p>O jogo não caminha ao sucesso quando, ameaçado pela falta das seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ... Interação engessada entre condutor e jogadores: Dificulta a fluidez do jogo. - ... Necessidade de aprovação pedagógica: A falta de validação por educadores pode impactar a credibilidade.

Fonte: Elaboração própria (2024)