COPPE UFRJ
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DESIGN DE JOGOS DE GUERRA DIDÁTICOS SOBRE O CONFRONTO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO MILITAR

Leandro Ouriques Mendes de Carvalho

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Rio de Janeiro
Novembro de 2025

DESIGN DE JOGOS DE GUERRA DIDÁTICOS SOBRE O CONFRONTO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO MILITAR

Leandro Ouriques Mendes de Carvalho

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Aprovada por: Prof. Geraldo Bonorino Xexéo
Prof. Jano Moreira do Souza
Prof^{a}. Maria Claudia Reis Cavalcanti
Prof. Tadeu Moreira de Classe
Dr. Carlos Eduardo Barbosa

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
NOVEMBRO DE 2025

Ouriques Mendes de Carvalho, Leandro

Design de Jogos de Guerra Didáticos sobre o Confronto no Processo de Planejamento Militar/Leandro Ouriques Mendes de Carvalho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2025.

XIX, 224 p.: il.; 29, 7cm.

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2025.

Referências Bibliográficas: p. 163 – 188.

1. Jogos Sérios. 2. Jogos de Guerra. 3. Confronto. I. Bonorino Xexéo, Geraldo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

Aos meus pais, Manoel e Denise,
e minha esposa Gabrielle.

Agradecimentos

A minha esposa, Gabrielle, pelo amor, alegria, cumplicidade e paciência; com quem compartilhei os aprendizados, desafios e obstáculos do doutorado.

Aos meus pais, avós, irmão e família, pelo respeito e pelo amor; e por sempre me incentivarem a estudar, aprender e crescer como pessoa e profissional.

Ao meu orientador, Geraldo Xexéo, pelos ensinamentos, orientação, dedicação, motivação, boas conversas e por expandir minha visão de jogador para compreender o *design* dos jogos, seu caráter multidisciplinar, as emoções que eles despertam e seu potencial como ferramentas de aprendizado que vão além da diversão.

Aos professores Jano Moreira e Tadeu Classe por participarem da banca; e à professora Maria Claudia Cavalcanti por também integrar a banca e ter me recebido nas aulas de ontologias no Instituto Militar de Engenharia (IME) dos professores Giancarlo Guizzardi e Claudenir Fonseca da *University of* Twente, Holanda.

Aos meus orientadores técnicos no Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) da Marinha do Brasil, Carlos Eduardo Barbosa e Rodrigo Collazo, pelos conhecimentos acadêmico e militar compartilhados; ao meu chefe imediato, José Martins, pelo suporte que me permitiu conciliar o trabalho com os estudos; e aos demais amigos do CASNAV que também acompanharam esta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que custeou a taxa de processamento do artigo que me permitiu defender esta tese; e ao meu chefe de departamento no CASNAV, Vilc Rufino, que me sugeriu o periódico.

Aos militares da Marinha do Brasil, Exército Brasileiro e Força Aérea Brasileira, particularmente do Ministério da Defesa, Escola Superior de Guerra (ESG), Escola de Guerra Naval (EGN), Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME) e Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR), por terem aceitado participar das avaliações dos artefatos desenvolvidos nesta pesquisa.

Por fim, aos professores, funcionários e amigos do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, do mestrado em Sistemas Computacionais na Engenharia Civil e da graduação em Engenharia Eletrônica, com quem convivi desde o ano 2000 nas dependências da UFRJ, particularmente no Ludologia, Engenharia e Simulação (LUDES), no Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE) e no Laboratório de Métodos Computacionais em Sistemas Offshore (LAMCSO).

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

DESIGN DE JOGOS DE GUERRA DIDÁTICOS SOBRE O CONFRONTO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO MILITAR

Leandro Ouriques Mendes de Carvalho

Novembro/2025

Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

O objetivo desta pesquisa é sistematizar o Confronto a partir da compreensão dos conceitos e recursos dos jogos de guerra, orientando o *design* de um jogo sério para apoiar sua condução. O Ministério da Defesa pretende simular o planejamento do emprego conjunto das Forças Armadas. A simulação seria aplicada ao Confronto, que é um método em que cada linha de ação elaborada durante este processo é analisada frente às possíveis linhas de ação inimigas. Os militares têm aplicado o método de forma analógica, posicionando e movimentando suas unidades sobre uma carta ou mapa, debatendo ações e registrando suas decisões. O Brasil não dispõe de um sistema digital para conduzir o Confronto, e países que o possuem não divulgam tais informações estratégicas. As doutrinas que descrevem o método são ostensivas, porém não contêm informações suficientes para sistematizá-lo. Aprimorar o Confronto como um sistema digital possibilitaria registrar toda a dinâmica das interações, configurar diferentes cenários e utilizar recursos computacionais para apoiar a tomada de decisão. Consequentemente, as ações seriam melhor planejadas, os riscos avaliados de forma mais precisa e as chances de sucesso das operações aumentariam. Esta pesquisa propõe representar o Confronto como um jogo de guerra didático para analisar as decisões. Os jogos de guerra são definidos como modelos ou simulações de conflitos envolvendo forças oponentes em um ambiente sintético, onde os jogadores tomam decisões e respondem por suas consequências. As contribuições da pesquisa incluem construtos, modelos de processos, ontologias e o protótipo do jogo digital para conduzir o Confronto.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ON DESIGNING EDUCATIONAL COURSE OF ACTION WARGAMES IN THE MILITARY PLANNING PROCESS

Leandro Ouriques Mendes de Carvalho

November/2025

Advisor: Geraldo Bonorino Xexéo

Department: Systems Engineering and Computer Science

This research aims to guide the design of a serious game inspired by the concepts and resources of wargames to conduct the Course of Action (COA) Wargaming. The Brazilian Ministry of Defense intends to simulate the joint planning process for employing the Armed Forces, applying this simulation to COA Wargaming — an analysis in which each friendly COA developed during this process is contrasted with possible enemy COAs. The military has been applying this analysis in an analog manner, placing and moving their units over a chart or map, deliberating actions, and recording their decisions. Brazil lacks a digital system for conducting COA Wargaming, and countries that do possess such systems refrain from disclosing information due to confidentiality concerns. The doctrines that describe this analysis are public, but they lack sufficient information to systematize it. Improving the COA Wargaming as a digital system would enable recording the full dynamics of interactions, configuring different scenarios, and using computational resources to support decision-making. Consequently, military personnel would plan their actions more effectively, assess risks more accurately, and increase the chances of operational success. This research proposes representing the COA Wargaming as an educational wargame to analyze decisions. Wargames are defined as models or simulations of conflicts within a synthetic environment, involving opposing forces, where players make decisions and respond to their consequences. The research contributions include constructors, process models, ontologies, and a digital game prototype for conducting the COA Wargaming.

Sumário

Lista de Figuras **xii**

Lista de Tabelas **xvi**

Lista de Abreviaturas **xviii**

1 Introdução **1**

1.1 Contexto 1
1.2 Motivação 2
1.3 Problema 5
1.4 Objetivos 6
1.5 Metodologia 7
1.6 Organização da Tese 8

2 Jogos de Guerra e Confronto **9**

2.1 Jogos 9
2.2 Jogos Sérios 11
2.3 Jogos de Guerra 12
2.3.1 Histórico 12
2.3.2 Definições 14
2.3.3 Benefícios e Limitações 16
2.3.4 Jogos de Guerra e a Tomada de Decisão 19
2.4 Confronto 22

3 Metodologia e Métodos **25**

3.1 Design Science Research Methodology 25
3.2 Modelagem de Processos 27
3.3 Ontologias 28

4 Design da Pesquisa **31**

4.1 Conjuntura 31
4.2 Escopo 32

4.3 Método da Pesquisa 34
4.4 Questões de Pesquisa 36
4.5 *Design* dos Artefatos da Pesquisa 37
4.6 Ciclos de Iteração de DSRM 40

5 Ciclos de DSRM 42
5.1 Ciclo I - Ontologias de Jogos de Guerra 42
5.1.1 Objetivos e Requisitos 42
5.1.2 Estado da Arte 43
5.1.3 *Design* e Desenvolvimento 48
5.1.3.1 Características dos Jogos de Guerra 50
5.1.3.2 Agentes envolvidos no *design* de Jogos de Guerra . . 51
5.1.3.3 Elementos dos Jogos de Guerra 53
5.1.3.4 Elementos da Tomada de Decisão 57
5.1.4 Demonstração dos Artefatos 58
5.1.4.1 Construtos dos Jogos de Guerra 58
5.1.4.2 Características dos Jogos de Guerra 59
5.1.4.3 Processo de *Design* de Jogos de Guerra 62
5.1.4.4 Fase de Especificação de Jogos de Guerra 67
5.1.4.5 Fase de *Design* de Jogos de Guerra 69
5.1.4.6 Fase de Execução de Jogos de Guerra 73
5.1.4.7 Fase de Análise de Jogos de Guerra 78
5.1.4.8 *Design* de um jogo de guerra 80
5.1.5 Avaliação dos Artefatos 82
5.1.6 Comunicação dos Resultados 83
5.2 Ciclo II - Modelagem de Processos do Confronto 84
5.2.1 Objetivo e Requisitos 84
5.2.2 Estado da Arte 85
5.2.3 *Design* e Desenvolvimento 86
5.2.4 Demonstração do Artefato 94
5.2.5 Avaliação do Artefato 97
5.2.6 Comunicação dos Resultados 99
5.3 Ciclo III - *Design* do Jogo do Confronto 100
5.3.1 Objetivos e Requisitos 100
5.3.2 Estado da Arte 101
5.3.3 *Design* e Desenvolvimento 102
5.3.3.1 Modelo de Proveniência do Jogo 105
5.3.4 Demonstração do Artefato 107
5.3.5 Avaliação do Artefato 112

5.3.6 Comunicação dos Resultados 116
5.4 Ciclo IV - *Design* aprimorado do Jogo do Confronto 118
5.4.1 Objetivos e Requisitos 118
5.4.2 Estado da Arte 119
5.4.3 *Design* e Desenvolvimento 121
5.4.4 Demonstração do Artefato 123
5.4.5 Avaliação do Artefato 132
5.4.6 Comunicação dos Resultados 140

6 Discussão 142
6.1 Resultados Obtidos e Assuntos Tratados 142
6.2 Revisitando as Questões da Pesquisa 150

7 Conclusão 152
7.1 Resumo da Pesquisa 152
7.2 Contribuições Científicas 154
7.3 Contribuições Tecnológicas 158
7.4 Limitações 159
7.5 Trabalhos Futuros 160

Referências Bibliográficas 163

A Glossário de Termos Militares 189

B Características dos Jogos de Guerra 190
B.1 Propósito 190
B.2 Nível Decisório 190
B.3 Número de Lados 191
B.4 Instrumento 192
B.5 Limite da Informação 193
B.6 Formato de Condução 193
B.7 Progressão do Tempo 194
B.8 Arbitragem 194

C Definição das classes das ontologias 196

D Estereótipos da OntoUML 209

E Definição das classes do modelo do Confronto 211

F Método de Avaliação MEEGA+ 213

G Resultados da avaliação quantitativa do jogo do Confronto 215

Lista de Figuras

1.1 Processo de Planejamento Conjunto (PPC) 3
1.2 Dimensões de um planejamento militar. Adaptado de (OURIQUES *et al.*, 2019a) 4

2.1 Visão simplificada dos jogos de guerra. Adaptado de (OURIQUES *et al.*, 2025) 16
2.2 Militares participando de um jogo de guerra. Fonte: Autor 19
2.3 Militares tomando decisões em um jogo de guerra. Fonte: Autor . . . 21
2.4 Representação gráfica de uma LA 22
2.5 Estrutura de um Estado-Maior 23
2.6 Dinâmica da condução do Confronto, adaptada de OTAN (2019a) . . 24

3.1 Modelo do processo iterativo do método DSRM 27

4.1 Método DSRM que conduzirá a pesquisa do *design* de um jogo sério para conduzir o Confronto 34
4.2 Instância do Modelo-DSR da pesquisa 35
4.3 Instância do Modelo-DSR detalhado da pesquisa 37
4.4 Correlação entre as questões de pesquisa e os objetivos específicos . . 38
4.5 *Framework* que correlaciona os artefatos às atividades da pesquisa . . 39
4.6 *Framework* que detalha a construção e a avaliação dos artefatos . . . 40
4.7 Ciclos da pesquisa em DSRM 41

5.1 Processo da *Grounded Theory*: Análise iterativa para emergir teorias e refinar conceitos 49
5.2 Agentes que participam do processo de *design* dos jogos de guerra . . 52
5.3 Elementos dos jogos de guerra, segundo PERLA (1990). 55
5.4 Visão dos jogos de guerra como um processo de tomada de decisão . . 56
5.5 Elementos de um problema de tomada de decisão 57
5.6 Características dos jogos de guerra 60
5.7 Processo de *design* dos jogos de guerra 64
5.8 Modelagem do processo de *design* dos jogos de guerra 66

5.9 Fase de Especificação de um jogo de guerra 68
5.10 Eventos da fase de Especificação de um jogo de guerra 70
5.11 Fase de *Design* de um jogo de guerra 72
5.12 Fase de *Execução* de um jogo de guerra 75
5.13 Eventos da fase de *Execução* de um jogo de guerra 76
5.14 Fase de *Análise* de um jogo de guerra 79
5.15 Cenário de um jogo de guerra entre dois países fictícios. 80
5.16 Síntese do modelo do processo do Confronto 91
5.17 Captura da tela de um movimento do Confronto em um exercício naval 93
5.18 Processo Principal do Confronto 94
5.19 Subprocesso da etapa de Preparação para o Confronto 95
5.20 Subprocesso da etapa de Condução do Confronto 96
5.21 Subprocesso da Interações nos Movimentos 97
5.22 Subprocesso da etapa de Avaliação dos Resultados 98
5.23 Subprocesso da etapa de Construção de Produtos 98
5.24 Diagrama de Classes do Modelo Conceitual do Confronto em UML . 105
5.25 Tela Principal do Confronto 107
5.26 Mecânica para criar um novo Confronto 108
5.27 Movimento de ação em um turno do Confronto 109
5.28 Movimento de reação no mesmo turno do Confronto 110
5.29 Movimento de contrarreação no mesmo turno do Confronto 110
5.30 Mecânica para registrar as ações das unidades em um movimento de um turno. 111
5.31 Localização inicial das unidades de Azul e Vermelho no cenário 124
5.32 Desdobramento das unidades em uma LA 125
5.33 Desdobramento das unidades em uma segunda LA 125
5.34 Desdobramento das unidades em uma Psb Ini 126
5.35 Tela inicial do jogo do Confronto 126
5.36 Mecânica de Detecção no Confronto 127
5.37 Alcance do poder de fogo das unidades no Confronto 128
5.38 Registrar decisão de uma ação entre unidades oponentes 128
5.39 Registro das decisões e ações que descreve a narrativa do Confronto . 129
5.40 Gerenciamento dos riscos no Confronto 130
5.41 Necessidades de Inteligência no Confronto 130
5.42 Identificação de um alvo candidato no Confronto 131
5.43 Lista de Alvos no Confronto 132
5.44 Análise das conclusões do Confronto 133
5.45 Distribuição dos participantes da avaliação por Força Armada 134
5.46 Quantidade de participantes da avaliação por posto 135

5.47 Experiência dos participantes da avaliação com o método do Confronto 135
5.48 Visão gráfica da avaliação da usabilidade do jogo 137
5.49 Visão gráfica da avaliação da experiência do usuário no jogo 139
5.50 Visão gráfica da avaliação da motivação ao aprendizado no jogo . . . 140

6.1 Relação entre as características dos jogos de guerra 143

G.1 Resultado da avaliação da estética dos elementos do jogo 215
G.2 Resultado da avaliação da estética dos textos, cores e fontes do jogo . 215
G.3 Resultado da avaliação da necessidade de aprendizado para jogá-lo . . 216
G.4 Resultado da avaliação da facilidade de aprender o jogo 216
G.5 Resultado da avaliação da percepção da facilidade para as pessoas aprenderem o jogo 216
G.6 Resultado da avaliação da percepção do jogo em referente à facilidade de jogá-lo 216
G.7 Resultado da avaliação da compreensão das regras do jogo 217
G.8 Resultado da avaliação das fontes utilizadas nos textos do jogo 217
G.9 Resultado da avaliação das cores utilizadas no jogo 217
G.10 Resultado da avaliação da possibilidade de personalizar a aparência do jogo 217
G.11 Resultado da avaliação da capacidade do jogo proteger os jogadores de cometerem erros. 218
G.12 Resultado da avaliação da facilidade de os jogadores se recuperarem após cometerem um erro 218
G.13 Resultado da primeira impressão do jogo em relação à confiança . . . 218
G.14 Resultado da confiança do aprendizado em relação à organização do conteúdo 218
G.15 Resultado da avaliação do desafio que o jogo oferece 219
G.16 Resultado que avalia o ritmo dos desafios que o jogo oferece 219
G.17 Resultado que avalia se o jogo se torna monótono 219
G.18 Resultado que avalia a realização que cumprir as tarefas do jogo proporciona 219
G.19 Resultado que avalia se o próprio esforço do jogador lhe permitiu avançar no jogo 220
G.20 Resultado que avalia a satisfação do jogador com seu aprendizado no jogo 220
G.21 Resultado que avalia se o jogador recomendaria o jogo para seus colegas 220
G.22 Resultado que avalia a possibilidade de interação com outros jogadores 220
G.23 Resultado que avalia a possibilidade de cooperação ou competição entre os jogadores 221

G.24 Resultado que avalia como os jogadores se sentiram ao interagir entre si221
G.25 Resultado da avaliação da diversão proporcionada pelo jogo 221
G.26 Resultado que avalia se os jogadores sorriram durante o jogo 221
G.27 Resultado que avalia se o jogo inicialmente capturou a atenção dos jogadores 222
G.28 Resultado da avaliação do envolvimento dos jogadores com o jogo . . 222
G.29 Resultado da avaliação da imersão dos jogadores no jogo 222
G.30 Resultado da avaliação da relevância do jogo 223
G.31 Resultado que avalia a associação do conteúdo do jogo a disciplina de planejamento militar 223
G.32 Resultado da adequabilidade do jogo como um método de ensino para a disciplina 223
G.33 Resultado da avaliação da preferência dos jogadores pelo método de aprendizado 223
G.34 Resultado da avaliação da contribuição do jogo para o aprendizado da disciplina 224
G.35 Resultado da avaliação da eficiência do jogo para o aprendizado da disciplina comparado a outras atividades 224

Lista de Tabelas

5.1 Fases dos processos de *design* de jogos de guerra dos manuais militares 63
5.2 Doutrinas militares que descrevem o Confronto (*COA Wargaming*) . . 88
5.3 Métodos de Condução do Confronto 89
5.4 Dinâmica dos Confrontos observados nos exercícios de planejamentos 94
5.5 Confronto caracterizado como um jogo de guerra 103
5.6 Características dos participantes das entrevistas 113
5.7 Resultados da pesquisa qualitativa para avaliar o jogo 117
5.8 Resultados referentes à usabilidade do jogo 137
5.9 Resultados referentes à experiência do usuário no jogo 139
5.10 Resultados referentes à motivação ao aprendizado no jogo 140

A.1 Definições de Termos Militares 189

C.1 Definições do modelo dos agentes que participam do processo de *design* dos jogos de guerra. 196
C.2 Definições do modelo dos elementos dos jogos de guerra, segundo PERLA (1990). 198
C.3 Definições da visão dos jogos de guerra como um processo de tomada de decisão. 198
C.4 Definições do modelo dos elementos de um problema de tomada de decisão. 199
C.5 Definições da ontologia das características dos jogos de guerra. 200
C.6 Definições dos princípios de Teoria de Jogos incorporados na ontologia das características dos jogos de guerra 202
C.7 Definições da ontologia do processo de *design* de jogos de guerra. . . . 203
C.8 Definições das ontologias da fase de Especificação de jogos de guerra. 204
C.9 Definições da ontologia da fase de *Design* de jogos de guerra. 206
C.10 Definições das ontologias da fase de *Execução* de jogos de guerra. . . 207
C.11 Definições da ontologia da fase de Análise de jogos de guerra. 208

D.1 Estereótipos das classes da UFO-A na OntoUML. 209
D.2 Estereótipos dos relacionamentos da UFO-A na OntoUML. 210

D.3 Estereótipos das classes da UFO-B na OntoUML. 210
D.4 Estereótipos dos relacionamentos da UFO-B na OntoUML. 210
D.5 Estereótipos dos relacionamentos de generalização na OntoUML. . . . 210

E.1 Definições das classes do modelo conceitual do Confronto 211

F.1 Afirmativas referentes à dimensão da usabilidade 213
F.2 Afirmativas referentes à dimensão da experiência do usuário 214
F.3 Afirmativas referentes à dimensão da motivação ao aprendizado . . . 214

Lista de Abreviaturas

5W1H	*What, Why, When, Where, Who e How*	106
AHP	Analytic Hierarchy Process	160
API	*Application Programming Interface*	103
BPM	*Business Process Management*	27
BPMN	*Business Process Model and Notation*	2
CCJ	Comando Conjunto	90
COA	*Course of Action*	22
Ch EM	Chefe do Estado-Maior	23
Cmt	Comandante	3
DOLCE	*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*	29
DS	*Design Science*	7
DSR	*Design Science Research*	7
DSRM	*Design Science Research Methodology*	26
ECEMAR	Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica	6
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército	6
EFD	Estado Final Desejado	3
EGN	Escola de Guerra Naval	6
EM	Estado-Maior	3
ESG	Escola Superior de Guerra	6
FT	Força-Tarefa	93

GOL	*General Ontology Language*	29
GRO	Gerenciamento do Risco Operacional	129
IA	Inteligência Artificial	13
LA	Linha de Ação	2
MDA	*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*	84
MEEGA+	*Model for the Evaluation of Educational Games for Computing Education*	122
Modelo − DSR	*Design Science Research Model*	35
ODCM	*Ontology-Driven Conceptual Modeling*	29
OE	Objetivo Específico	6
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte	9
PPC	Processo de Planejamento Conjunto	2
Psb Ini	Possibilidade do Inimigo	3
QP	Questão de Pesquisa	36
REST	*Representational State Transfer*	103
RPG	*Role-Playing Game*	85
SABIO	*Systematic Approach for Building Ontologies*	48
UFO	*Unified Foundational Ontology*	29
UML	*Unified Modeling Language*	30
USDoD	*United States Department of Defense*	13

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

De acordo com a Política Nacional de Defesa (BRASIL, 2012b), o Estado possui os seguintes pressupostos básicos: território, povo, leis e governo próprios e independência nas relações externas. Esta conjuntura é expressa na condição de segurança em que o Estado busca garantir que sua sociedade se sinta livre de riscos, pressões ou ameaças.

Ações de defesa são necessárias para garantir o grau de segurança desejado. Estas ações constituem medidas e ações estratégicas que o Estado utiliza com ênfase no campo militar para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças externas, potenciais ou declaradas (BRASIL, 2012b).

Quando uma situação de crise exige ações de defesa que envolvam o emprego das Forças Armadas, o Poder Nacional se expressa por meio de seu Poder Militar (BRASIL, 2007). O emprego das Forças Armadas é garantido pela Constituição Brasileira (BRASIL, 1988) contra ameaças ao exercício da soberania do Estado e à indissolubilidade da unidade federativa (BRASIL, 2012b).

O emprego do Poder Militar se manifesta por meio da administração das crises até a resolução de conflitos ou guerras. Carl von Clausewitz, estrategista militar da antiga Prússia, considerava a guerra como a continuação da política por outros meios (CLAUSEWITZ, 1982). O Glossário das Forças Armadas (BRASIL, 2015b) define a guerra como "um conflito declarado, normalmente entre Estados, caracterizado pela extrema violência e pela predominância da expressão militar para impor a vontade de um ator ao outro".

As Forças Armadas costumam ser empregadas em situações de guerra para a defesa da pátria diante de conflitos políticos. No entanto, o Poder Militar também pode ser empregado em situações de não-guerra sem implicar ações de efetivo combate. Essas situações incluem a Garantia dos Poderes Constitucionais, a Garantia

da Lei e da Ordem, atribuições subsidiárias, a prevenção e combate ao terrorismo, ações sob a égide de órgãos internacionais, apoio à política externa em tempo de paz ou crise, entre outros (BRASIL, 2007). Logo, as Forças Armadas devem estar devidamente preparadas e treinadas para atender a essas situações.

Militares, diferentemente de outros profissionais, não podem exercer suas atividades-fim, exceto em períodos de crise ou de conflito (CRISTALLI, 1990). Assim, desde os tempos mais remotos, desenvolveram métodos e técnicas que lhes permitissem praticá-las em tempos de paz (MCHUGH, 1966). Uma dessas técnicas, baseada na simulação de batalhas, é conhecida como jogo de guerra.

Peter Perla, pesquisador da Marinha dos Estados Unidos, elaborou a definição mais difundida de jogo de guerra na comunidade militar. Essa definição pode ser traduzida como: "um modelo ou simulação de guerra que não envolve o emprego de forças militares reais, e cuja sequência de eventos afeta e, por sua vez, é afetada pelas decisões tomadas pelos jogadores, que representam as forças em oposição" [1] (PERLA, 1990).

Em razão da instabilidade política e econômica internacional no mundo contemporâneo, a guerra passa a ser um fenômeno imprevisível a médio e longo prazo. As crises podem escalar rapidamente, resultando em conflitos modernos que têm sido caracterizados pela fricção — obstáculos inesperados no campo de batalha — e pela névoa da guerra, marcada pela incerteza e pela falta de informações sobre o inimigo, o terreno e, às vezes, até sobre as próprias forças (MIRANDA e CUMMINGS, 2023). Portanto, advém a necessidade de construir cenários e antecipar situações indesejáveis para que os militares exerçam a tomada de decisão, evitem surpresas e planejem ações (NEVES, 2008).

1.2 Motivação

O Ministério da Defesa pretende simular o processo de planejamento do emprego conjunto das Forças Armadas em cenários de interesse. A simulação seria aplicada ao Confronto, que é um método para avaliar as Linhas de Ação (LA) elaboradas durante este processo, onde cada LA é contraposta a possíveis LA inimigas.

Esses cenários constituem hipóteses de emprego (BRASIL, 2012a) do Poder Militar. Em tempos de paz, levantam-se tais hipóteses, a partir das quais são elaborados planejamentos estratégicos e operacionais. Posteriormente, as organizações militares são articuladas para conduzir adestramentos conjuntos em ambientes operacionais específicos, com o objetivo de executar e validar esses planejamentos.

[1] Wargame is a "warfare model or simulation whose operation does not involve the activities of actual military forces, and whose sequence of events affects and is, in turn, affected by the decisions made by players representing the opposing sides".

O planejamento do emprego do poder militar no âmbito do Ministério da Defesa é elaborado nos níveis estratégico, operacional e tático. Esta pesquisa concentra-se no nível operacional, cujo planejamento é definido pelo Processo de Planejamento Conjunto (PPC) (BRASIL, 2020a). Este processo, caracterizado por uma natureza cíclica, é dividido em três etapas: Exame de Situação, Elaboração de Planos e Ordens, e Controle da Operação Planejada, conforme representado na Figura 1.1, utilizando o padrão *Business Process Model and Notation* (BPMN) (OMG, 2014).

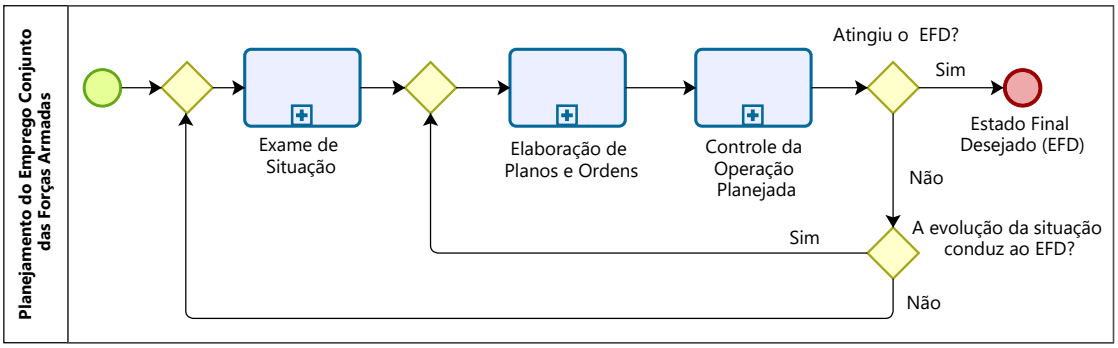

Figura 1.1: Processo de Planejamento Conjunto (PPC)

O Exame de Situação constitui a base de todo o processo, onde o Comandante (Cmt) e seu Estado-Maior (EM) analisam as dimensões do problema e realizam o planejamento da operação (BRASIL, 2012a). O resultado desta etapa é materializado pela escolha da LA para cumprir os objetivos da operação. Na Elaboração de Planos e Ordens, elaboram-se o plano de emprego e as ordens que serão disseminados aos subordinados. O plano e as ordens serão executados e monitorados no Controle da Operação Planejada, avaliando se os efeitos desejados estão sendo obtidos e se os objetivos estão sendo atingidos.

A análise do problema compreende realizar atividades para subsidiar a escolha da LA a ser adotada na operação. Nesse sentido, o EM descreve o cenário sócio-político, as características físicas da área operacional, as capacidades de suas unidades militares, as capacidades das unidades inimigas para se contrapor e as restrições temporais para empreender as ações (OURIQUES *et al.*, 2019a). Assim, identificam-se fatores operacionais e decisórios (BRASIL, 2020c) para elaborar um planejamento militar que inclui: cenário, espaço, própria força, inimigo e tempo (Figura 1.2). Esta análise subsidia o EM para elaborar LA candidatas a serem adotadas, que serão avaliadas de acordo com os métodos sugeridos na Doutrina de Operações Conjuntas (MD30-M-01) (BRASIL, 2020a), por exemplo, o Confronto. Por fim, a seleção da LA caracteriza a tomada de decisão resultante do planejamento. A LA selecionada geralmente cumpre os objetivos da operação em menos tempo, com mais segurança ou com o emprego de menos unidades militares.

No Confronto, o Cmt e seu EM avaliam se cada LA é capaz de cumprir a missão

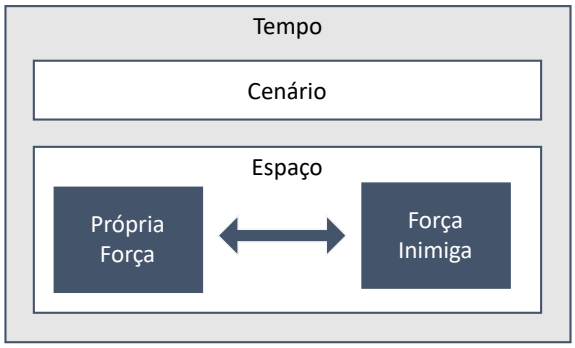

Figura 1.2: Dimensões de um planejamento militar. Adaptado de (OURIQUES *et al.*, 2019a)

diante de cada Possibilidade do Inimigo (Psb Ini), também elaboradas durante o Exame de Situação. As Psb Ini correspondem às possíveis ações que os membros da seção de Inteligência do EM presumem que as forças inimigas teriam capacidade de empreender e que poderiam afetar o cumprimento da missão, com base nas informações disponíveis sobre o inimigo. Assim, as Psb Ini seriam as supostas LA que o inimigo poderia adotar.

Cada LA será confrontada frente a cada Psb Ini. O Cmt deverá imaginar as várias ações que suas forças terão de empreender para executar a LA em contraposição à Psb Ini. Logo, cada ação interage dinamicamente com as ações do oponente, de forma simultânea ou sucessiva (BRASIL, 2020a).

A doutrina indica possíveis conclusões que podem ser obtidas sobre a LA a partir do Confronto, tais como: grau de eficiência para o cumprimento da missão, riscos, vantagens e desvantagens, perdas prováveis, necessidade de sincronizar as ações, identificação de pontos decisivos e ações alternativas. Aprimorar o Confronto no processo de planejamento das operações militares aceleraria a tomada de decisão, aumentando as chances de sucesso da operação. Consequentemente, as ações seriam melhor planejadas e seus riscos avaliados de forma mais precisa. Em conflitos ou guerras, a força que tomar decisões bem-sucedidas primeiro obterá uma vantagem decisiva, pois essas decisões influenciam a situação antes que o oponente consiga reunir as informações necessárias para se orientar e adotar suas próprias decisões (BRASIL, 2015a).

Os militares também aplicam o PPC no treinamento do EM, criando ambientes propícios ao surgimento de ideias e debates, bem como à criação e à disseminação do conhecimento. Nesse sentido, aprimorar o Confronto como ferramenta educacional possibilita simular o emprego do poder militar, apoiar a construção de LA mais eficazes, auxiliar os instrutores na análise das decisões e na arbitragem dos engajamentos entre as unidades, além de estabelecer um *framework* para a coleta de dados decisórios — como critérios e resultados — com vistas a aplicações futuras em gestão do conhecimento e inteligência artificial (OURIQUES *et al.*, 2022).

1.3 Problema

Conforme observado ao participarmos dos planejamentos militares para conduzir operações e exercícios, o Ministério da Defesa e as Forças Armadas têm aplicado o método do Confronto de forma analógica, posicionando e movimentando suas unidades sobre uma carta ou mapa, debatendo ações e registrando suas decisões. A simulação do planejamento conjunto das Forças Armadas abrange o uso de sistemas computacionais, especialmente de comando e controle, logística e inteligência, para aplicar o método de forma sistemática, visualizar a área operacional, registrar o desdobramento das unidades ao longo do tempo e empregar modelos matemáticos para apoiar a tomada de decisão. Partindo da hipótese de que aprimorar o Confronto como um sistema digital possibilitaria registrar toda a dinâmica das interações, configurar diferentes cenários, documentar as decisões e suas justificativas, acompanhar as ações decorrentes, planejando melhor as ações e gerenciando melhor os riscos, e revisar as interações.

O Ministério da Defesa não dispõe de um sistema digital para conduzir o Confronto. As doutrinas militares brasileiras (BRASIL, 2020a,c, 2024) descrevem o método conceitualmente, mas carecem de informações adicionais sobre a exigência de sua aplicação estrita, a possibilidade de flexibilizações e os procedimentos adotados para a obtenção de suas conclusões. Assim, o conhecimento doutrinário do Confronto não é suficiente para sistematizá-lo. Os militares costumam recorrer a conhecimentos tácitos para complementar o conhecimento explícito presente nas doutrinas e conduzir o Confronto de forma analógica.

Países que eventualmente dispõem de um sistema digital para conduzir o Confronto não divulgam detalhes, em razão do caráter sigiloso dessas informações, pois lhes conferem um diferencial estratégico — militar, científico e tecnológico. No entanto, os processos doutrinários para elaborar planejamentos militares das Forças Armadas dos ESTADOS UNIDOS (2013, 2014, 2016a,b, 2020b) e da OTAN (2019a) são ostensivos e semelhantes às doutrinas brasileiras. Por exemplo, eles descrevem o mesmo processo cognitivo que analisa o contexto sociopolítico, a área operacional e as capacidades das unidades militares próprias e do inimigo; orienta a elaboração de LA, que são analisadas e comparadas para decidir qual será adotada para cumprir a missão. Essas análises das LA também descrevem um método equivalente ao Confronto — o *Course of Action Wargaming* — porém também não fornecem informações suficientes para sistematizá-lo.

Diante do exposto, o problema a ser resolvido nesta pesquisa é **como sistematizar o método do Confronto para melhor analisar as LA elaboradas no processo de planejamento militar**.

1.4 Objetivos

As doutrinas ainda sugerem que, no planejamento, as LA e as Psb Ini deverão ser analisadas e confrontadas como em um jogo da guerra (BRASIL, 2020a,c, 2024). Neste caso, o Confronto seria representado por um modelo que envolve pessoas tomando decisões em um ambiente sintético de competição ou conflito, no qual observam os efeitos de suas decisões nesse ambiente e, em seguida, reagem a essas mudanças (PERLA, 2022). Considerando a hipótese apresentada na Seção 1.3 e a hipótese para analisar as LA frente às Psb Ini como um jogo de guerra, conforme sugerido nas doutrinas, esta pesquisa propõe representar o Confronto como um jogo de guerra com propósito didático, envolvendo duas forças oponentes, para analisar as decisões tomadas pelo Cmt e seu EM, visando aprimorar as LA em questão.

Nesse sentido, foi definido o objetivo da pesquisa: **compreender o processo de *design* dos jogos de guerra para sistematizar o Confronto e, assim, orientar a concepção de um jogo sério para apoiar sua condução**. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos (intermediários):

OE1: Identificar as principais características dos jogos de guerra;

OE2: Definir os principais elementos dos jogos de guerra;

OE3: Construir um modelo conceitual de referência para representar o *design* dos jogos de guerra;

OE4: Propor ações decorrentes das decisões dos jogadores em um jogo de guerra;

OE5: Formalizar um método para orientar a condução do Confronto;

OE6: Projetar um jogo sério, inspirado nos conceitos e recursos dos jogos de guerra, para conduzir o Confronto; e

OE7: Incluir no jogo sério um modelo de proveniência para registrar e analisar as decisões dos jogadores e, consequentemente, as ações decorrentes.

As contribuições da pesquisa visam evidenciar as potencialidades dos jogos de guerra e consolidá-los como ferramentas didáticas para a análise de decisões nos processos de planejamento para o emprego do Poder Militar, o que inclui conduzir o Confronto das LA frente às Psb Ini. Outrossim, esta pesquisa pretende ressaltar a relevância dos jogos de guerra e incentivar sua prática no âmbito do Ministério da Defesa e das escolas de altos estudos militares das Forças Armadas: Escola Superior de Guerra (ESG), Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), Escola de Guerra Naval (EGN) e Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR).

1.5 Metodologia

Esta pesquisa adota principalmente o método científico abdutivo, que é um processo de criar hipóteses explicativas para determinada situação (DRESCH *et al.*, 2015). O método abdutivo é recomendado quando a pesquisa propõe possíveis soluções para resolver o problema em estudo. Este método está fundamentado na *Design Science* (DS), um paradigma epistemológico que orienta pesquisas, concentrando-se no processo de construção do conhecimento e produzindo resultados relevantes tanto para a comunidade científica quanto para uma classe de problemas semelhantes (JOHANNESSON e PERJONS, 2021).

Na verdade, pode-se afirmar que o método abdutivo é o método científico predominante que orienta esta pesquisa, embora possivelmente não seja o único utilizado. Pesquisas realizadas sob o paradigma da DS podem empregar mais de um método científico, dependendo da etapa da pesquisa ou do objetivo intermediário a ser alcançado (DRESCH *et al.*, 2015).

A escolha pela DS justifica-se por seu reconhecimento como a ciência do projeto, voltada ao planejamento e desenvolvimento de soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar novos artefatos, visando aprimorar o desempenho das organizações. (DRESCH *et al.*, 2015). A DS surge a partir das limitações observadas no emprego das ciências naturais e sociais para descrever pesquisas voltadas ao *design* e à criação de soluções para problemas. Essas ciências tradicionais não sustentam tais pesquisas, pois concentram-se em explorar, descrever, explicar e, quando possível, predizer fenômenos (SIMON, 1996).

O *design* resulta na concepção de artefatos para atingir os objetivos da pesquisa. Na DS, os artefatos representam soluções satisfatórias para o contexto do problema. Um resultado satisfatório pode ser definido por consenso entre as partes envolvidas no problema e/ou na melhoria da situação decorrente do artefato criado, em comparação com as soluções geradas por artefatos anteriores. Além disso, as soluções propostas pela DS devem poder ser generalizadas para uma determinada classe de problemas (DRESCH *et al.*, 2015).

A abordagem metodológica adotada será a *Design Science Research* (DSR), que é sugerida pela DS para utilizar seus conceitos com rigor. A DSR é o método que operacionaliza a pesquisa, estabelecendo a estratégia para sua condução quando o objetivo é desenvolver um artefato. A partir do entendimento do problema, a DSR orienta a construção e avaliação de artefatos que permitem melhorar a situação em que a pesquisa se insere (DRESCH *et al.*, 2015).

Na DSR, artefato é definido como algo que foi concebido para atingir um objetivo (PEFFERS *et al.*, 2007). MARCH e SMITH (1995) definem os seguintes tipos de artefatos a serem construídos: construto, modelo, método e instanciação. Os cons-

trutos são elementos conceituais usados para descrever os problemas de um domínio e especificar as respectivas soluções. Os modelos são proposições ou declarações que expressam relações entre os construtos do domínio. Os métodos são um conjunto de etapas necessárias para desempenhar uma determinada tarefa e podem estar ligados a modelos. A instanciação é a execução do artefato em seu ambiente; consiste em um conjunto de regras que materializam a utilização de construtos, modelos e métodos. VAISHNAVI e KUECHLER (2015) ainda definem outros tipos de artefatos, tais como algoritmos, *frameworks*, arquiteturas e teorias de *design*.

HEVNER *et al.* (2004) estabelecem diretrizes para auxiliar a condução de uma DSR eficaz. Nesse sentido, orientam que a DSR deve construir um artefato para solucionar um problema relevante, avaliar este artefato adequadamente, ressaltar as contribuições da pesquisa e comunicar os resultados aos interessados. Os métodos para projetar e avaliar o artefato devem ser aplicados com rigor para prover validade e confiabilidade à pesquisa, utilizando os meios e recursos disponíveis para atingir os objetivos. Estas diretrizes fundamentam a metodologia desta pesquisa, que será descrita no Capítulo 3.

1.6 Organização da Tese

Nesta introdução, foram apresentados o contexto e a motivação deste trabalho, bem como o problema da pesquisa, os objetivos e a metodologia adotada. Os demais capítulos são brevemente descritos a seguir.

O Capítulo 2 compreende a fundamentação teórica da pesquisa, na qual são apresentados os conceitos relacionados a jogos, jogos sérios, jogos de guerra e ao método do Confronto. A fundamentação dos jogos de guerra apresenta um histórico desde os jogos mais remotos, discute seus benefícios e limitações e estabelece sua relação com os processos de tomada de decisão.

O Capítulo 3 apresenta a Design Science Research Methodology, que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa, além de definir os modelos conceituais utilizados na construção dos artefatos: modelagem de processos e ontologias.

O Capítulo 4, por sua vez, explica a conjuntura do estudo, delimita o escopo do problema, define as questões de pesquisa e apresenta a organização da pesquisa em ciclos de *design*.

O Capítulo 5 descreve os ciclos de *design* conduzidos na pesquisa. Em cada ciclo, são apresentados os objetivos, o estado da arte, o *design* e o desenvolvimento dos artefatos, bem como suas demonstrações, avaliações e a comunicação dos resultados.

O Capítulo 6 discute os resultados e os assuntos tratados na pesquisa e revisita as questões de pesquisa. Por fim, o Capítulo 7 apresenta um resumo da pesquisa, incluindo suas contribuições, limitações e possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 2

Jogos de Guerra e Confronto

Este capítulo apresenta conceitos relacionados a jogos, jogos sérios — cujo propósito é o aprendizado dos jogadores — e jogos de guerra. A fundamentação dos jogos de guerra inclui um breve relato histórico desde os jogos mais antigos, discute seus benefícios e limitações, e estabelece sua relação com os processos de tomada de decisão. Por fim, o capítulo descreve o método do Confronto a partir de doutrinas militares do Brasil, dos Estados Unidos e da OTAN.

2.1 Jogos

O contato das pessoas com jogos geralmente ocorre ainda na infância, uma vez que estão presentes no cotidiano e associados à diversão que proporcionam. Jogos podem ser definidos como atividades nas quais um ou mais tomadores de decisão independentes (jogadores) buscam atingir objetivos em contextos limitados (MICHAEL e CHEN, 2005), embora essa definição seja apenas uma entre muitas debatidas por acadêmicos e *game designers*.

HUIZINGA (2019) analisou os jogos sob perspectivas culturais e sociais, definindo-os como uma atividade livre, distinta da vida cotidiana por limites próprios de tempo e espaço. Esse "círculo mágico" permite ao jogador desconectar-se da realidade, envolvendo-se intensamente em uma experiência que transcende interesses materiais e segue regras específicas. CAILLOIS (2001) corrobora essa perspectiva ao afirmar que os jogos se desenvolvem em mundos à parte, regidos por regras próprias, sendo definidos como atividades voluntárias, incertas e não produtivas.

Outros autores apresentam uma visão sistêmica dos jogos. JUUL (2011) define um jogo como um sistema formal baseado em regras, com resultados variados e quantificáveis. Os jogadores se esforçam para influenciar esses resultados, cujas consequências podem ser opcionais e negociáveis entre os próprios participantes. SALEN e ZIMMERMAN (2003) descrevem jogos como conflitos artificiais, definidos por regras e que produzem resultados quantificáveis.

Este estudo utiliza uma definição bem detalhada para jogos proposta pelo Laboratório de Ludologia Engenharia e Simulação (LUDES) do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE-UFRJ, inspirada nas definições dos autores citados em outras fontes na literatura:

> "Jogos são atividades sociais e culturais voluntárias, significativas, fortemente absorventes, não-produtivas, que se utilizam de um mundo abstrato, com efeitos negociados no mundo real, e cujo desenvolvimento e resultado final é incerto, onde um ou mais jogadores, ou equipes de jogadores, modificam interativamente e de forma quantificável o estado de um sistema artificial, possivelmente em busca de objetivos conflitantes, por meio de decisões e ações, algumas com a capacidade de atrapalhar o adversário, sendo todo o processo regulado, orientado e limitado por regras aceitas e, assim, obtendo uma recompensa psicológica, normalmente na forma de diversão, entretenimento, ou sensação de vitória sobre um adversário ou desafio" (XEXÉO *et al.*, 2023).

CRAWFORD (2003) e KOSTER (2013) se preocupam em esclarecer o que são jogos e o que não são. Primeiramente, distinguem jogos de brincadeiras (*playthings*), considerando os jogos um subconjunto destas. O conjunto das brincadeiras abrange ainda brinquedos, desafios, histórias, competições, entre outros. Segundo os autores, os jogos se diferenciam dessas outras atividades pela presença de um conflito entre os jogadores na busca de atingir seus objetivos.

KOSTER (2013) também destaca a relação entre jogar, divertir-se e aprender. Por se tratar de uma atividade voluntária, entende-se que a principal motivação para jogar é a busca pela diversão, associada a emoções como alegria, orgulho e excitação. Há diversas formas de se divertir nos jogos, mas o autor considera o aprendizado o mais relevante. Todos os jogos exigem que os jogadores aprendam algo — no mínimo, as regras — e que se divirtam nesse processo (MICHAEL e CHEN, 2005). KOSTER (2013) sugere que divertir-se pode ser sinônimo de aprender. No entanto, um jogo só mantém o interesse dos jogadores enquanto ainda tiver algo a ensinar ou a oferecer. À medida que assimilam as regras, os jogadores desenvolvem estratégias e tomam decisões para alcançar seus objetivos (MICHAEL e CHEN, 2005).

UPTON (2015) discorda dessa visão de KOSTER (2013), argumentando que poucos jogos realmente oferecem a oportunidade de aprender, mas reconhece que aprender pode representar uma forma de diversão. Ele ainda acrescenta que as pessoas costumam jogar para se divertir e passar o tempo, e que muitos jogos podem até oferecer desafios casuais, mas não induzem ao aprendizado de algo novo.

A próxima seção ainda explora essa relação entre jogos e aprendizado, apresentando os jogos sérios como um subconjunto de jogos. Apesar de as definições apresentadas nesta seção terem sido pensadas para jogos voltados ao entretenimento, elas também se aplicam aos jogos sérios.

2.2 Jogos Sérios

Os jogos são comumente associados à diversão, mas também podem ser usados para ensinar ou produzir novos conhecimentos (BARTELS, 2014). Jogos criados para esse propósito são chamados de jogos sérios, pois seu objetivo principal é o aprendizado, além de proporcionar entretenimento (DILLON, 2013). Contudo, emoções como satisfação, prazer e diversão podem surgir em qualquer jogo, mesmo quando jogado com seriedade (ELG, 2017). Essa abordagem se fundamenta no conceito de aprendizado por meio de jogos (*game-based learning*) (BREUER e BENTE, 2010). O termo "Jogo Sério" contribui para afastar a percepção de que jogos educacionais são aplicados apenas em contextos lúdicos (ELG, 2017).

Jogos são capazes de abstrair e modelar situações muito complexas observadas na realidade. Na sua essência, eles costumam envolver controle do terreno, projeção de poder e alocação de recursos, exigindo tempo de reação, consciência tática e avaliação das forças e fraquezas do adversário. Assim, eles nos ensinam a entender o cenário ao redor e seus elementos, prever as consequências das ações, analisar riscos, calcular probabilidades, realizar simulações e gerenciar cadeias de informações muito longas e complexas (KOSTER, 2013). Os jogos, sobretudo os jogos sérios, também são adequados para interpretar processos decisórios. Por fim, eles permitem que os jogadores aprendam, demonstrem e apliquem o que aprenderam.

Os jogos sérios também incluem jogos cooperativos que proporcionam uma dinâmica envolvente para a análise de riscos, julgamento e compreensão, pois as decisões dos jogadores afetam a si mesmos e a sua equipe. Essas interações, combinadas com as mecânicas e o tema, geram uma experiência social imersiva que aprimora as habilidades e o aprendizado (BOSIO, 2022).

O *design* de jogos sérios não é uma tarefa simples. O desafio é balancear a individualidade de cada objetivo e seus requisitos com os elementos lúdicos do jogo (BENNIS e BENHLIMA, 2015). Mesmo assim, eles têm sido aplicados em vários contextos, incluindo educação (GALGOURANAS e XINOGALOS, 2018; LOW e ELLEFSON, 2024), saúde (CLOCHESY *et al.*, 2015), negócios (FERMAN *et al.*, 2015), governo (LANDWEHR *et al.*, 2012) e militar (CURRY *et al.*, 2015).

No ambiente militar, os jogos sérios têm-se mostrado ferramentas flexíveis e eficazes, aplicáveis a diversos problemas em treinamentos, exercícios e processos de tomada de decisão (WONG *et al.*, 2019). Eles permitem que os militares avaliem as consequências de suas decisões e ações, porém sem o risco de perdas e danos no mundo real. Deste modo, os jogos de guerra utilizados no treinamento de militares podem ser classificados como jogos sérios (OURIQUES *et al.*, 2021), pois proporcionam aprendizado ativo e experiência de tomada de decisão e produzem informações valiosas para planejamentos e operações (BURNS *et al.*, 2015).

2.3 Jogos de Guerra

Esta seção apresenta os jogos de guerra como técnica utilizada para treinamentos dos militares para se prepararem para uma possível situação de crise, conflito ou guerra. Esta fundamentação inclui um relato histórico desde os jogos mais antigos, apresenta definições, discute seus benefícios e limitações, e estabelece sua relação com os processos de tomada de decisão.

2.3.1 Histórico

A humanidade, desde os tempos mais remotos, buscou entender o fenômeno da guerra. Para satisfazer esse desejo, criavam jogos de estratégia que representavam elementos do campo de batalha com alto grau de abstração que lhes permitiam explorar e aplicar conceitos militares (PERLA, 1990).

Um dos jogos de tabuleiro mais antigos conhecidos, o Wei Qi, data de vários milênios antes de Cristo. Este jogo, semelhante ao moderno Go, utilizava pedras coloridas para distinguir os exércitos oponentes sobre uma superfície abstrata. A vitória era alcançada quando um oponente cercava o outro e não por meio do enfrentamento direto (ARIAS e KLAY, 2017). Nesse mesmo período, foi desenvolvido outro jogo na Índia, denominado Chaturanga, que se assemelha ao xadrez moderno. No entanto, era jogado por quatro jogadores, e suas peças representavam elefantes, cavalos (cavalaria), carruagens e soldados. Os movimentos seguiam regras pré-estabelecidas e os resultados dos combates eram influenciados pelo lançamento de dados (MACHADO, 2011).

A prática dos jogos de guerra na era moderna, com um propósito semelhante ao dos jogos empregados nos conflitos atuais, teve início em 1824, quando o Barão von Reisswitz e seu filho, um tenente da guarda da antiga Prússia, criaram o Kriegsspiel, que é a tradução para jogo de guerra em alemão. O Kriegsspiel passou a ser adotado pelo exército da Prússia com fins educacionais, servindo para treinamentos e ensaios de planejamentos militares (NEVES, 2008). O jogo estabeleceu os princípios básicos do jogo de guerra para simular cenários militares, incorporando conceitos de combate, movimentos e restrições logísticas (PAVEK e STARKEN, 2014). As regras de movimentação das unidades consideravam fatores de tempo e distância, enquanto os mapas ilustravam a geografia do terreno. As regras também consideravam outros aspectos das experiências anteriores em combate, como a velocidade das unidades, as condições climáticas, as comunicações e a logística (PERLA, 1990).

O Kriegsspiel substituiu o tabuleiro por um mapa para simular qualquer área (CASTRO, 2007) e também introduziu o papel do juiz (árbitro), que resolvia os combates, supervisionava o movimento das unidades e determinava como compartilhar informações entre os oponentes. Tabelas de resultados auxiliavam os juízes

a determinar os resultados dos combates, embora os lançamentos de dados também influenciassem os resultados, representando as incertezas do campo de batalha (BRITT, 2021). Posteriormente, o Kriegsspiel foi aprimorado, passando a utilizar cartas topográficas e introduzindo a quantificação dos efeitos dos combates, o que possibilitou o cálculo das perdas sem a intervenção do juiz (CUNHA, 2011).

Embora o Kriegsspiel tenha o merecido reconhecimento, outros jogos de estratégia militar, com características e mecânicas similares, foram criados anteriormente no território germânico, como o Königsspiel (Jogo do Rei) (MORGERO, 2016; PERLA, 1990) e o Xadrez de Guerra ou Xadrez Militar (CASTRO, 2007; MACHADO, 2011).

As vitórias da Prússia nas guerras contra a Dinamarca, Áustria e França, no fim do século XIX, despertaram grande interesse pelos jogos de guerra em outros países da Europa, nos Estados Unidos e no Japão, uma vez que essas vitórias foram atribuídas ao treinamento dos comandantes, que simulavam as batalhas no Kriegsspiel (BRITT, 2021; KAINIKARA, 2003). O Coronel Livermore e o Tenente McCarty Little levaram o Kriegsspiel para os Estados Unidos, conduziram os primeiros jogos de guerra nas Forças Armadas dos Estados Unidos e criaram o termo *wargame* como uma tradução de Kriegsspiel. No entanto, os militares inicialmente demonstraram desconforto em usar os termos *games* e *wargames*, acreditando que estavam minimizando a gravidade dos efeitos da guerra (LEE, 1990; PERLA, 1990).

No início do século XX, os jogos de guerra foram amplamente utilizados antes e durante as campanhas militares (MACHADO, 2011). Contudo, após a derrota da Alemanha na Segunda Guerra, eles perderam relevância diante do crescente interesse por ferramentas analíticas, como a pesquisa operacional, especialmente nos Estados Unidos (GOMES JUNIOR, 2013). Por outro lado, o advento da computação e dos microcomputadores possibilitou a evolução dos conceitos dos jogos de guerra (MACHADO, 2011), que passaram a contemplar mais regras, além de permitir a visualização gráfica para que os jogadores posicionassem e movessem suas unidades e resolvessem os confrontos entre elas (MICHAEL e CHEN, 2005). Na década de 1990, após a primeira Guerra do Golfo Pérsico, os Estados Unidos aperfeiçoaram os jogos de guerra ao introduzirem a simulação (MICHAEL e CHEN, 2005).

Em 2015, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (USDoD) publicou um memorando para incentivar suas Forças Armadas a revigorar a prática dos jogos de guerra, visando estimular o pensamento estratégico, o surgimento de ideias e percepções, além de se prepararem para desafios futuros em cenários complexos e dinâmicos (WORK, 2015). Desde então, os Estados Unidos e outros países membros da OTAN publicaram manuais para orientar o *design* e a execução de jogos de guerra, citando explicitamente essa iniciativa.

Atualmente, os jogos de guerra estão se deparando com os rápidos avanços em modelagem, simulação e Inteligência Artificial (IA), unindo tradição e tecnologia.

Esses recursos estão sendo utilizados nesses jogos para exercitar a tomada de decisão, explorar as razões pelas quais determinadas escolhas foram feitas e determinar quais podem ser suas implicações. O advento da IA generativa possibilita a criação de cenários para a tomada e análise de decisões, combinando comportamentos de jogadores humanos e jogadores automáticos controlados por IA e explorando inúmeras iterações, ramificações e variações de um conflito (MARA *et al.*, 2025).

2.3.2 Definições

MCHUGH (1966) descreveu os jogos de guerra como "uma simulação de aspectos selecionados de uma operação militar, seguindo regras, dados e procedimentos pré-determinados para fornecer experiência de tomada de decisão ou informações aplicáveis a situações de conflito". Seu trabalho teve uma influência significativa na pesquisa de Peter Perla, um dos mais influentes pesquisadores no assunto desde a década de 1980. PERLA (1990) apresentou uma nova definição de jogos de guerra, a qual obteve ampla aceitação na comunidade militar, descrevendo-os como "um modelo ou simulação de guerra, que não envolve o emprego de forças militares reais, e cuja sequência de eventos afeta e, por sua vez, é afetada pelas decisões tomadas pelos jogadores, que representam as forças em oposição".

Atualmente, cada organização militar, país ou autor renomado possui sua própria definição para jogos de guerra (*wargames* ou *wargaming*). Por exemplo, embora a OTAN possua uma definição oficial, seus países membros frequentemente adotam ou adaptam a definição de Perla. A OTAN (2019b) definia jogos de guerra como "uma simulação de uma operação militar, por quaisquer meios, usando regras, dados, métodos e procedimentos específicos". Esta definição aproxima-se mais da definição de McHugh do que da de Perla. Os Estados Unidos, por sua vez, possuem uma definição de jogos de guerra muito similar à de Perla, destacando termos como simulação, forças militares, eventos, decisões e jogadores (BURNS *et al.*, 2015). O REINO UNIDO (2017) já define jogos de guerra como "modelos de guerra baseados em cenários nos quais o resultado e a sequência de eventos afetam e são afetados pelas decisões tomadas pelos jogadores".

Embora os jogos de guerra sejam comumente associados a contextos militares, eles também podem contemplar situações civis. Nesse sentido, eles podem ser aplicados para aprimorar a flexibilidade e a capacidade em comando, gestão, tomada de decisões, treinamento, análise de cenários (CHEN *et al.*, 2016) para empresas (HERMAN *et al.*, 2009), governo (DORTON *et al.*, 2020; MEDEIROS e CAMPANI, 2023), crises de saúde pública (DAVIES *et al.*, 2019; MILNE e LONGWORTH, 2020) e segurança cibernética (HAGGMAN, 2019; LANTTO *et al.*, 2019). Além disso, podem auxiliar na preparação, resposta e recuperação de desastres naturais (CHEN

et al., 2016; ROONEY *et al.*, 2025; SU *et al.*, 2021) e incidentes em infraestruturas críticas, incluindo aquelas que envolvem petróleo e gás (THIER, 2023).

As recentes definições de jogos de guerra, inclusive, omitem a particularidade militar e ressaltam a tomada de decisão. Nesse sentido, o mais recente manual de jogos de guerra da OTAN (2023) atualizou a definição de jogos de guerra para "representações de conflito ou competição em um ambiente seguro para falhas, no qual as pessoas tomam decisões e respondem às consequências dessas decisões". A França já adota esta nova definição da OTAN para jogos de guerra (FRANÇA, 2024). A Alemanha adota uma definição similar, ressaltando o ambiente seguro a falhas e a influência mútua entre eventos, decisões e resultados (ALEMANHA, 2024). Por outro lado, a Polônia adota uma definição inspirada nos Estados Unidos e Perla, mas também ressalta o ambiente seguro a falhas para analisar a tomada de decisão (WNOROWSKI, 2022).

No entanto, ainda há definições que sugerem o uso dos jogos de guerra exclusivamente em contextos militares. Israel define jogos de guerra como "simulações bilaterais ou multilaterais de uma atividade militar representando situações reais ou hipotéticas" (BRAHMS, 2014). O Ministério da Defesa do Brasil adota uma tradução da definição de Perla (BRASIL, 2015b), enquanto a Escola de Guerra Naval (EGN) da Marinha do Brasil possui uma definição própria de jogos de guerra, descrevendo-os como "um conjunto de situações fictícias ou não, caracterizadas por conflito de interesses e apresentadas cronologicamente aos jogadores na forma de desafios, cuja superação implica no emprego simulado da expressão Militar do Poder Nacional, condicionado por aspectos ambientais, socioculturais e conjunturais" (BRASIL, 2018).

Ao analisar todas as definições, conclui-se que elas compartilham uma visão comum sobre a essência do jogo, refletindo um processo de tomada de decisão entre os jogadores em um ambiente seguro e simulado.

Os jogos de guerra também podem ser entendidos sob o ponto de vista lúdico. HUIZINGA (2019) aponta que há uma antiga relação entre a guerra e o jogo. Ele explica que o elemento lúdico do jogo estava presente em formas mais primitivas da guerra, seja em relatos de batalhas gregas e bíblicas, ou em torneios medievais. Esta presença era reconhecida quando havia regras que limitavam as lutas e seus participantes se viam como iguais, ou com direitos iguais. As nações em guerra se consideravam reciprocamente como antagonistas lutando por alguma coisa a que cada uma delas pensava ter direito.

Os jogos de guerra geralmente são conduzidos sobre um mapa, que representa um ambiente específico (área) no qual as unidades militares estão dispostas e são representadas por *tokens* (peças). O cenário abstrai uma situação real ou fictícia. Os jogadores estão dispostos em forças opostas (times) e tomam suas decisões es-

trategicamente para alcançar seus objetivos. Regras limitam as ações de movimento e combate. Os juízes também aplicam regras predefinidas e se baseiam em sua experiência para determinar os resultados dos engajamentos (TURNITSA, 2016).

Portanto, sob uma perspectiva lúdica, os jogos de guerra representam disputas entre forças antagônicas que utilizam regras, procedimentos e informações definidas para simular situações de conflito ou crise. A Figura 2.1 representa um jogo de guerra simplificado, no qual dois times (azul e vermelho) se enfrentam em um cenário que estabelece o contexto para a narrativa do conflito.

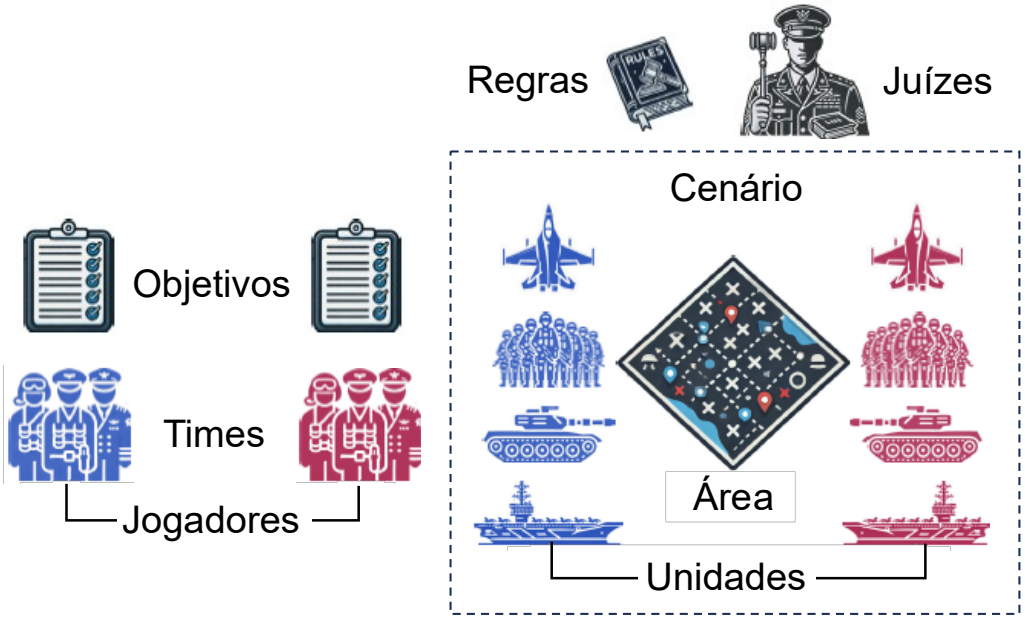

Figura 2.1: Visão simplificada dos jogos de guerra. Adaptado de (OURIQUES *et al.*, 2025)

2.3.3 Benefícios e Limitações

Os jogos de guerra incentivam os militares a praticarem sua arte e aplicarem as lições teóricas que aprenderam (ARMSTRONG, 2015). Eles adotam metodologias de aprendizado ativo (PAVEK e STARKEN, 2014) e experimental (LACEY, 2016) e, por isso, são fundamentais no treinamento militar. Esses jogos exploram problemas em que os jogadores devem tomar decisões em situações desafiadoras, formular possíveis soluções (BESTARD, 2016) e apreciar as consequências dessas decisões (WONG, 2016b). O jogo de guerra é um método apropriado para ser aplicado em vários casos, mas principalmente para:

- Examinar a eficácia de um determinado conceito ou doutrina (APPLEGET *et al.*, 2016; BRAHMS, 2014; KAINIKARA, 2003);

- Testar planos (REINO UNIDO, 2017), incluindo desenvolver melhores estratégias, explorar alternativas e aprimorar a compreensão de possíveis LA (WILKES, 2001);
- Aprimorar a capacidade de avaliar os processos de tomada de decisão (BRASIL, 2018);
- Incentivar a socialização e o debate (RUBEL, 2006);
- Exercitar o trabalho em equipe, como em um EM (OURIQUES *et al.*, 2023);
- Avaliar a aquisição de unidades militares, equipamentos ou infraestrutura (CAFFREY JR, 2019); e
- Otimizar recursos, enfrentar desafios emergentes e explorar novas tecnologias (HAGGMAN, 2019).

Recomenda-se que os jogos de guerra sejam empregados para auxiliar os militares a compreender as dinâmicas dos conflitos (SABIN, 2015), levantar questões (LEE, 1990) e explorar alternativas e percepções, em vez de fornecer resultados quantitativos (WILKES, 2001). Portanto, os jogos de guerra não são adequados para calcular resultados, validar teorias, prever "vencedores" ou realizar análises quantitativas (PELLEGRINO, 2012).

Os jogos de guerra são ferramentas valiosas para explorar a inovação, construir consenso, compreender perspectivas divergentes, identificar novos fatores, lacunas e questões não reconhecidas (OTAN, 2023), revelar consequências inesperadas, identificar áreas de melhoria e ensinar a adaptabilidade às mudanças (PERLA, 2022). Eles oferecem um ambiente seguro para os militares praticarem a guerra, sem risco de perda de vidas humanas ou de causar danos ou desgaste às suas unidades de combate. Além disso, proporcionam economia de custos, pois não geram as despesas exigidas para sustentar um conflito. Assim, eles também representam uma alternativa mais econômica até em relação aos exercícios de campo (LEE, 1990).

Embora os jogos de guerra tragam muitos benefícios, eles também apresentam limitações e desvantagens. Os modelos de jogos de guerra abstraem a realidade e simulam apenas os aspectos técnicos do comando, podendo não prever exatamente o que ocorreria em um conflito real (LEE, 1990). Esses jogos não são capazes de reproduzir os efeitos psicofísicos do combate, como estresse, raiva e o medo de colocar a própria vida em risco (SABIN, 2012). Além disso, os militares ainda não dispõem de conhecimento ou ferramentas para modelar fatores como moral, obediência e lealdade (CHANCE *et al.*, 2024), bem como situações complexas, como terrorismo, guerra psicológica e guerra cibernética (FRANK, 2005).

As definições de jogos de guerra destacam que eles oferecem um ambiente seguro contra falhas. No entanto, essa afirmação pode ser interpretada sob duas perspec-

tivas distintas. Por um lado, constitui uma vantagem, pois permite testar planos sem receio de errar (REINO UNIDO, 2017). Por outro, a ausência de penalidades severas ao perder ou jogar de forma imprudente também pode ser considerada uma limitação (LEE, 1990), já que a possibilidade de agir sem medo e sem considerar as consequências pode reduzir a fidelidade da simulação.

O tempo e os custos associados aos jogos de guerra são maiores do que podem parecer. O *design* dos jogos de guerra costuma ser longo, difícil e pode envolver muitos profissionais (ELLERBE *et al.*, 2016). Os *game designers* e analistas devem pesquisar o tema, providenciar o material necessário do jogo, preparar instruções para os participantes e conduzir a análise pós-jogo. Outros ainda participam de atividades relacionadas ao projeto, aos testes e à arbitragem (LEE, 1990). Em geral, os jogos de guerra são muito complexos e a execução pode durar dias (SABIN, 2015). Ainda há jogos que possuem um conjunto de regras complicadas que consomem muito tempo para serem compreendidas e executadas (ELLERBE *et al.*, 2016). Jogos de guerra assistidos por computador também exigem uma equipe de especialistas em computação para desenvolvê-los e testá-los. Consequentemente, o *design* deve considerar os custos relacionados à equipe de desenvolvimento do software.

Apesar de a execução do jogo de guerra poder se estender por dias, a marcha do tempo pode ser acelerada ou reduzida para se concentrar nas questões mais relevantes da campanha e discutir as opções disponíveis. Na realidade, a guerra não ocorre como um período contínuo e intenso de conflitos; normalmente, horas de tensão são interrompidas por momentos de terror (LEE, 1990). As decisões críticas são frequentemente tomadas durante pontos decisivos. Assim, o tempo pode ser controlado discretamente para que o jogo se concentre nesses momentos.

Jogos de guerra comumente são criticados porque raramente podem ser repetidos ou reproduzidos (ELLERBE *et al.*, 2016; OTAN, 2023; REINO UNIDO, 2017). Os jogadores podem realizar uma ampla variedade de ações e tomar decisões diferentes mesmo quando estão diante de situações iguais ou semelhantes (REINO UNIDO, 2017). As arbitragens também podem conter uma parcela de subjetividade de acordo com a experiência de juízes (HANLEY JR., 2017). Assim, uma mesma situação poderia produzir resultados diferentes, se fosse julgada por diferentes pessoas. No entanto, um jogo computadorizado pode representar uma exceção a esta crítica, caso disponibilize uma quantidade restrita de ações aos jogadores e os engajamentos sejam arbitrados somente por regras determinísticas.

Por fim, os jogos de guerra se destacam como ferramentas poderosas para aprofundar a compreensão de problemas complexos, bem como das dinâmicas em constante evolução da guerra (TURNITSA *et al.*, 2021). No entanto, sua eficácia depende de um *design* cuidadoso e de sua aplicação adequada. A qualidade do jogo está diretamente relacionada ao comprometimento, conhecimento e experiência dos

participantes (WNOROWSKI, 2022). Um *design* com falhas pode confirmar suposições incorretas, moldar percepções equivocadas e reforçar vieses (WONG, 2016a). Assim, os jogadores jamais devem assumir que os jogos de guerra sempre fornecem a melhor resposta para um determinado objetivo, uma vez que eles não são capazes de prever resultados, mas apenas de sugerir percepções sobre possíveis resultados (CAFFREY JR, 2019; OTAN, 2023). A Figura 2.2 apresenta militares brasileiros das três Forças Armadas participando de um jogo de guerra conjunto na Escola de Guerra Naval (EGN) como parte de sua formação profissional. Nesta foto, eles estão reunidos em um EM, elaborando uma LA para conduzir uma operação militar, analisando o posicionamento de suas unidades na área operacional e planejando a sincronização de suas ações.

Figura 2.2: Militares participando de um jogo de guerra. Fonte: Autor

2.3.4 Jogos de Guerra e a Tomada de Decisão

A tomada de decisão descreve um processo cognitivo em um problema de decisão que surge sempre que uma pessoa deve escolher entre pelo menos duas alternativas (LINDLEY, 1998). Se não houver alternativas, um problema não exige tomar uma decisão (CLEMEN e REILLY, 2013). Portanto, as alternativas são essenciais para a tomada de decisão; cada uma caracteriza-se por um grau de incerteza e resulta em diferentes consequências ou resultados possíveis (KIRKWOOD, 1997).

Toda decisão envolve um esforço intelectual e deve ser tomada estrategicamente para alcançar objetivos alinhados a um contexto específico (CLEMEN e REILLY, 2013). O desafio está em avaliar cada alternativa, equilibrando as incertezas, os possíveis resultados e os custos e benefícios (*trade-offs*) entre os objetivos. Uma tomada de decisão eficaz exige uma abordagem estruturada que integre as informações, opiniões e preferências das partes interessadas (KIRKWOOD, 1997).

O decisor deve ser claro quanto às suas razões (justificativas) e convicções (crenças), garantindo que os julgamentos pessoais façam parte do processo decisório. Em muitas situações, uma decisão desencadeia outras em sequência. Assim, é necessário considerar decisões futuras ao tomar uma decisão imediata, mesmo sem conhecer os resultados (CLEMEN e REILLY, 2013). Esse processo se encerra quando é encontrada uma escolha satisfatória (KORNYSHOVA e DENECKÈRE, 2010).

A tomada de decisão pode ser determinante no combate. As Forças Armadas se esforçam para selecionar comandantes com base em sua capacidade comprovada de tomar boas decisões em condições adversas (BOWMAN *et al.*, 2001). Diante do seu potencial de ensino e geração de conhecimento, os jogos têm sido utilizados como ferramentas de aprendizado e treinamento militar, mostrando-se adequados para apoiar a análise de dados em processos decisórios (WONG *et al.*, 2019). Aprender com um jogo exige compreender por que os jogadores tomaram determinadas decisões e como essas decisões resultaram em sequências específicas de eventos (PERLA e BARRETT, 1985).

Os jogos de guerra exercitam a interação e a dinâmica da tomada de decisão e da comunicação em contextos de competição ou conflito (HARRIGAN e KIRSCHENBAUM, 2016; PERLA, 1990). Eles são centrados nas decisões humanas (MCARDLE e HILMER, 2022), uma vez que os jogadores precisam decidir em situações desafiadoras, elaborar soluções possíveis (BESTARD, 2016) e avaliar suas consequências (WONG, 2016b).

A presença do ser humano como tomador de decisões (*human-in-the-loop*) é uma característica essencial dos jogos de guerra. Sem a participação humana, eles não seriam caracterizados como um jogo, mas sim como um modelo ou uma simulação (ELG, 2017; WONG *et al.*, 2019). A dimensão humana faz com que o jogo de guerra seja entendido como uma fusão de arte e ciência (BARTELS, 2016). O *design* de cenários, a criatividade e a imprevisibilidade das decisões humanas reforçam a arte operacional, enquanto o método, as regras, os modelos e os dados retratam a ciência em torno do jogo (OURIQUES *et al.*, 2022). Essa imprevisibilidade torna os jogos de guerra mais complexos do que experimentos científicos (HAGGMAN, 2019).

As decisões dos jogadores guiam o progresso do jogo, oferecendo diferentes perspectivas sobre a situação (BLUNT, 2007). Assim, a dinâmica central de qualquer jogo de guerra concentra-se no fluxo de informações e decisões entre os jogadores, gerando percepções, debates e aprendizado (PERLA e MARKOWITZ, 2009b). Os jogos de guerra criam uma experiência compartilhada e imersiva que fortalece o conhecimento, o pensamento e a intuição, algo difícil de se alcançar fora do jogo. Eles ensinam evitando perguntar como as pessoas reagiriam; em vez disso, exigem que elas realmente reajam. (HIRST, 2020).

Os militares os adotam como um elemento essencial no seu contínuo treinamento

profissional (CAFFREY JR, 2019), pois permitem aplicar, na prática, a teoria da guerra e explorar a evolução constante da doutrina militar e dos conceitos operacionais (KAINIKARA, 2003). Além disso, estimulam o aprendizado, a criatividade e a inovação, possibilitam explorar novas tecnologias e cenários emergentes (HAGGMAN, 2019), favorecem a elaboração de estratégias mais eficazes, a otimização de recursos (WORK, 2015), o aprimoramento da tomada de decisão e a geração de benefícios educacionais duradouros (BLACK e DARKEN, 2024; BOSIO, 2022; SABIN, 2012).

O processo de aprendizado nos jogos de guerra é geralmente mais importante do que os resultados de seus combates (WILKES, 2001). A questão crucial não é vencer ou perder, mas analisar as decisões dos jogadores (ELG, 2017; KAINIKARA, 2003; PERLA, 1990). Portanto, o interesse nesses jogos inclui compreender quais decisões foram tomadas, como e por que os jogadores as tomaram. A Figura 2.3 ilustra a tomada de decisão em um jogo de guerra. Na foto, um oficial da seção de operações está expondo aos demais membros do EM as ações planejadas para que suas unidades cumpram a missão. Enquanto isso, outro oficial do EM está registrando no computador essas ações, destacando as decisões tomadas e suas respectivas justificativas.

Figura 2.3: Militares tomando decisões em um jogo de guerra. Fonte: Autor

O interesse na tomada de decisões no ambiente militar não está restrito às Forças Armadas. Nos Estados Unidos, por exemplo, o governo incentiva organizações privadas a impulsionarem pesquisas e o desenvolvimento de soluções que subsidiem o planejamento militar. Nesse contexto, a RAND Corporation, fundada em 1948, tem feito contribuições relevantes em diversas áreas do conhecimento que apoiam a tomada de decisão, tais como análise de sistemas, análise de redes, teoria dos jogos, modelagem matemática, simulação e jogos de guerra. Suas atividades não se restrin-

gem ao ambiente militar, visto que também atuam em pesquisa e desenvolvimento aplicados ao planejamento e à análise da saúde, educação, centros urbanos e serviços públicos.

A próxima seção descreve o Confronto, um método utilizado nos processos de planejamento militar para avaliar as LA, que pode ser conduzido e analisado como um jogo de guerra.

2.4 Confronto

O Confronto é realizado na etapa do Exame da Situação no PPC (BRASIL, 2020a) e pode ser entendido como um método sistemático para conduzir a análise das LA. Ele permite simular como a situação poderia ter evoluído caso outras decisões tivessem sido tomadas. Embora faça parte do processo de planejamento militar, o Confronto pode ser aplicado a qualquer contexto (REINO UNIDO, 2017).

O método visualiza o fluxo das operações no tempo e no espaço, considerando as capacidades e as possíveis disposições das forças amigas e inimigas, a área operacional e outros aspectos do cenário (ESTADOS UNIDOS, 2020b). Seu principal objetivo é aprimorar as LA. Cada LA é confrontada em relação a cada Psb Ini. O Confronto permite identificar dificuldades, riscos e limitações nas LA e coordenar ações, efeitos e pontos decisivos para atingir os objetivos (EIKMEIER, 2015).

Uma LA representa uma sequência de ações para cumprir uma missão (OTAN, 2019b) e é comumente detalhada em fases que contêm uma sequência de pontos decisivos e ações. Uma Psb Ini descreve uma possível LA que o inimigo poderia adotar para impactar o cumprimento da missão. A Figura 2.4 apresenta uma LA graficamente, em que os triângulos são os pontos decisivos e os retângulos, as ações.

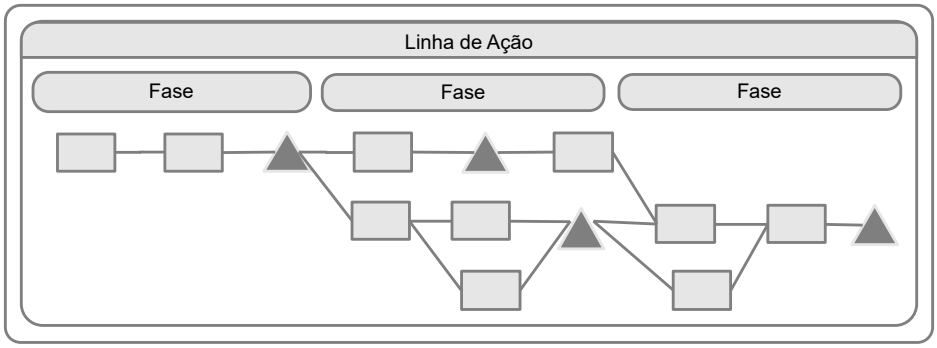

Figura 2.4: Representação gráfica de uma LA

A forma mais simples de conduzir o Confronto é uma abordagem manual, utilizando um mapa, uma carta topográfica ou um tabuleiro para reproduzir as ações e eventos previstos na LA. Uma forma mais sofisticada emprega modelos e simulações para executar os movimentos planejados (ESTADOS UNIDOS, 2013).

O PPC (BRASIL, 2012a) se assemelha aos processos de planejamento das Forças Armadas dos ESTADOS UNIDOS (2013, 2014, 2016a,b, 2019, 2020b) e da OTAN (2019a). Neles, o método do Confronto é denominado *Course of Action Wargaming* (*COA Wargaming*). Como os nomes são semelhantes, o Confronto (*COA Wargaming*) e os jogos de guerra (*wargames* ou *wargaming*) costumam ser confundidos como se fossem o mesmo conceito. No entanto, os jogos de guerra representam um conceito mais amplo e complexo. Na verdade, o Confronto pode empregar conceitos dos jogos de guerra (OURIQUES *et al.*, 2022), conforme sugerido pela doutrina brasileira (BRASIL, 2020a).

No Confronto, o Cmt e seu EM determinam onde e quando empregar as capacidades das suas unidades, gerenciam os riscos e analisam a sustentação logística da LA. Um EM é constituído pelo Chefe do Estado-Maior (Ch EM) e suas seções, que representam as atividades realizadas em uma operação militar: Pessoal, Inteligência, Operações, Logística, Planejamento, Comando e Controle, entre outras (BRASIL, 2020a). A Figura 2.5 ilustra a estrutura de um EM.

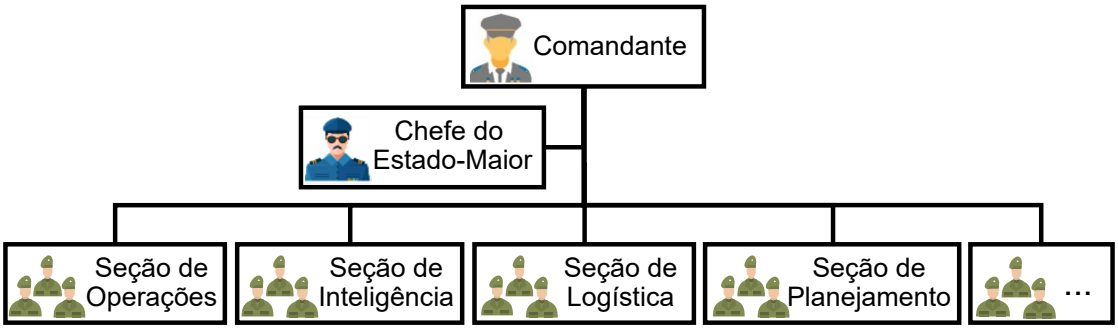

Figura 2.5: Estrutura de um Estado-Maior

Primeiramente, o Ch EM explica o cenário que originou a situação em questão. Em seguida, o oficial de Operações apresenta a LA a ser analisada e o oficial de Inteligência apresenta a Psb Ini que irá contrapor a LA. Então, iniciam-se os turnos para confrontar a LA frente à Psb Ini.

O Confronto é geralmente conduzido em turnos de três movimentos: ação, reação e contrarreação. As ações são os eventos da força que tomou a iniciativa dos movimentos. As reações são as ações em resposta da força oponente. As contrarreações são as ações da força que iniciou as ações, em resposta às reações (ESTADOS UNIDOS, 2013). Os turnos se sucedem até que o Cmt esteja seguro de que suas ações fazem frente à força inimiga ou que algum outro critério de parada seja atingido. Devido às restrições de tempo geralmente enfrentadas nos planejamentos, os Confrontos costumam analisar as LA apenas em relação à Psb Ini mais provável e à mais perigosa. A Figura 2.6 ilustra a sistemática da condução do Confronto.

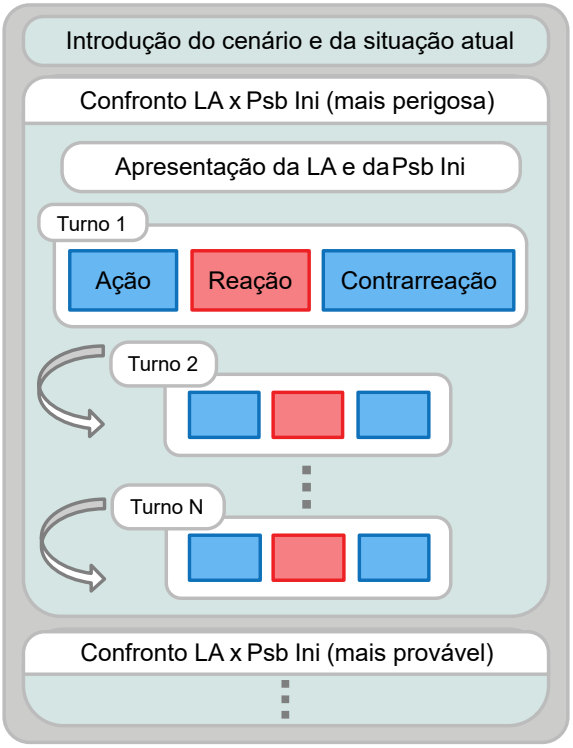

Figura 2.6: Dinâmica da condução do Confronto, adaptada de OTAN (2019a)

Capítulo 3

Metodologia e Métodos

Este capítulo apresenta a *Design Science Research Methodology*, metodologia adotada para conduzir esta pesquisa fundamentada na DS. Também são descritos os métodos utilizados — modelagem de processos e ontologias — para construir os artefatos computacionais que visam atingir os objetivos específicos estabelecidos.

3.1 Design Science Research Methodology

O paradigma epistemológico da DS constitui a base desta pesquisa. A DS concentra-se no estudo do projeto voltado ao *design* de um novo artefato ou ao aprimoramento de um artefato existente, com o propósito de solucionar um problema específico ou uma classe de problemas. A DSR é a abordagem usada para operacionalizar a pesquisa em DS que, a partir da identificação do problema, projeta e avalia artefatos para solucioná-lo e, consequentemente, melhorar um determinado sistema (DRESCH *et al.*, 2015).

Muitos métodos foram propostos e formalizados para implementar a DSR. Os métodos propostos por VAISHNAVI e KUECHLER (2004), PEFFERS *et al.* (2007) e ALTURKI *et al.* (2011) são recomendados para pesquisas em sistemas de informação (DRESCH *et al.*, 2015). Estes métodos são semelhantes e caracterizam-se por uma natureza cíclica, uma vez que, caso a avaliação indique que a solução não resolve o problema da pesquisa, o pesquisador deve retornar a uma etapa anterior. O método de VAISHNAVI e KUECHLER (2004) foi o primeiro a ser desconsiderado, pois se mostrou inferior aos outros dois por não estar explícita uma etapa dedicada à revisão da literatura nem uma etapa para comunicação dos resultados.

O método de ALTURKI *et al.* (2011) está inserido em um *roadmap* que inclui outros três componentes da pesquisa: um conjunto de saídas, ou seja, os artefatos previstos para serem produzidos; um repositório do projeto, destinado a armazenar e compartilhar o conhecimento produzido; e um plano de gerenciamento de riscos. Este método possui quatorze etapas que detalham de forma abrangente as atividades

realizadas em pesquisas baseadas em DS. Assim, trata-se do mais completo entre os três métodos analisados, podendo, inclusive, ser recomendado para conduzir esta pesquisa. Contudo, considerou-se que suas quatorze etapas poderiam conferir um rigor excessivo à pesquisa, impactando o esforço e o prazo para executá-la.

O método proposto por PEFFERS *et al.* (2007), denominado *Design Science Research Methodology* (DSRM), foi o escolhido para operacionalizar esta pesquisa. A DSRM foi concebida como uma orientação eficaz para utilizar o *design* como mecanismo de pesquisa em sistemas de informação. Seus princípios foram inspirados em pesquisas anteriores voltadas ao desenvolvimento de métodos para conduzir pesquisas em DS. Seu objetivo é fornecer um modelo mental que auxilie na estruturação da pesquisa e na definição de seus resultados. A DSRM consiste nas seguintes etapas:

1. Identificação do problema e motivação: definir o problema específico de pesquisa e justificar a relevância de uma solução;
2. Definição dos objetivos para a solução: estabelecer os objetivos da pesquisa a partir da definição do problema e reconhecer quais são possíveis e viáveis;
3. *Design* e desenvolvimento: envolve a criação de artefatos — construtos, modelos, métodos e instanciações — incluindo seu projeto, utilidade, representação e construção;
4. Demonstração: aplicar o artefato para resolver uma ou mais ocorrências do problema. Pode envolver experimentos, simulações, estudos de caso, provas de conceito ou outras atividades apropriadas;
5. Avaliação: Observar e analisar a eficácia do artefato na solução do problema. Os instrumentos usados dependem da natureza e dos objetivos da pesquisa e incluem pesquisas de satisfação, *feedback* dos usuários, simulações e medidas do desempenho do sistema, como tempo de resposta ou disponibilidade; e
6. Comunicação: comunicar o problema e sua relevância, o artefato, sua utilidade e eficácia, o rigor aplicado em seu desenvolvimento e as contribuições da pesquisa para a comunidade acadêmica e demais interessados.

A DSRM está estruturada em uma ordem nominalmente sequencial; porém, não se espera que os pesquisadores sigam, necessariamente, essa ordem de forma linear. O método pode ter início em qualquer uma das quatro primeiras etapas, de acordo com o contexto que motivou a pesquisa. Nesses casos, os pesquisadores podem retornar às fases anteriores do método para aplicar o rigor da pesquisa de forma retroativa. Outrossim, a construção dos artefatos é comumente um processo iterativo que exige ciclos de *design*, desenvolvimento e avaliação para aprimorá-los (DRESCH *et al.*, 2015). A operacionalidade e a simplicidade do método, além de sua natureza cíclica, que possibilita a construção e o aprimoramento dos artefatos,

foram os motivos que resultaram em sua adoção para a pesquisa. A Figura 3.1 ilustra as etapas do método DSRM (PEFFERS *et al.*, 2007) que são realizadas para conduzir esta pesquisa baseada na DS, considerando a natureza iterativa (cíclica) do processo de *design* e de criação de artefatos.

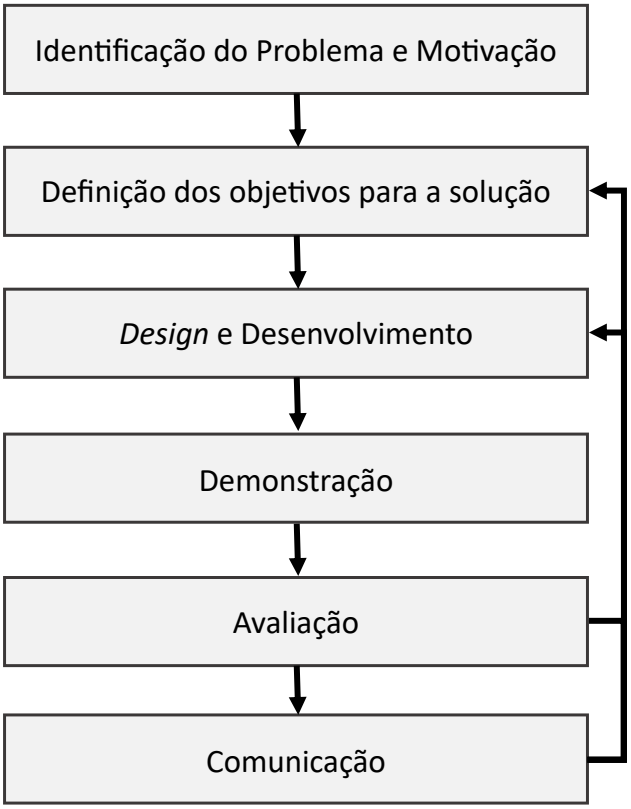

Figura 3.1: Modelo do processo iterativo do método DSRM

3.2 Modelagem de Processos

A modelagem de processos de negócio é o conjunto de atividades envolvidas para representar, analisar, melhorar ou propor um processo de negócio. Ela é um método sistemático que pode fornecer uma visão de ponta a ponta ou abranger apenas uma parte dos processos organizacionais, operacionais ou decisórios (ABPMP, 2019). Nesse sentido, ela se insere na abordagem de Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management* — BPM) para identificar, projetar, executar, documentar, medir, monitorar e controlar processos, sejam eles automatizados ou não, a fim de alcançar resultados que estejam alinhados com os objetivos estratégicos de uma organização (ABPMP, 2019).

Os processos de negócio consistem em um conjunto de atividades relacionadas, cuja execução coordenada contribui para a realização de uma função de negócio em um ambiente técnico e organizacional (WESKE, 2007). Eles são expressos por

meio de modelos que representam vários níveis de detalhamento, variando de um nível mais abstrato e extremamente detalhado. Assim, um modelo de processo de negócio representa diversas perspectivas, atendendo a diferentes finalidades. Para representar esses modelos, é necessário dispor de uma notação que ofereça elementos gráficos correspondentes aos elementos conceituais dos metamodelos de processos (WESKE, 2007).

Esta pesquisa utiliza o padrão BPMN (OMG, 2014) para representar a modelagem de processos do Confronto. Ela é uma notação baseada em fluxogramas que fornece uma forma padronizada de representar processos de negócios, tanto em alto nível para fins descritivos quanto de forma detalhada e rigorosa para o desenvolvimento de software orientado a processos (WHITE e MIERS, 2008). O BPMN estabeleceu-se como um padrão para a modelagem dos processos de negócio, principalmente por prover uma notação gráfica padronizada e de fácil entendimento (BRASIL, 2020b) para as partes interessadas do negócio, desde os analistas que modelam os processos, passando pelos desenvolvedores responsáveis por implementar a tecnologia que executará esses processos, até os gestores que administram e monitoram sua execução (OMG, 2014).

O BPMN possui uma semântica e uma sintaxe próprias, que definem, respectivamente, um conjunto de símbolos (elementos) gráficos e as regras para combiná-los (FREUND e RÜCKER, 2016). Esses elementos representam um processo e a forma como ele é executado, incluindo: as Atividades, que representam as tarefas realizadas durante o processo; os *Gateways* que definem as condições para a execução das Atividades; os Eventos que ocorrem no início, durante ou no fim do processo; e os Fluxos de Sequência, que conectam esses elementos (FREUND e RÜCKER, 2016; WHITE e MIERS, 2008).

3.3 Ontologias

Enquanto a modelagem de processos concentra-se em representar os processos dinâmicos de um sistema ou domínio, as ontologias estão relacionadas à modelagem conceitual, representando estruturas conceituais e semânticas. Modelos conceituais são representações formais dos aspectos sociais e físicos de uma realidade representada, servindo como uma disciplina fundamental em diversas áreas da ciência da computação para apoiar a compreensão e a comunicação de um domínio ou objeto de estudo (MYLOPOULOS, 1992). O principal objetivo da modelagem conceitual é identificar, analisar e descrever os conceitos essenciais e as restrições de um domínio, utilizando uma linguagem de modelagem visual baseada em diagramas (GUIZZARDI e HALPIN, 2008).

As ontologias podem ser usadas para descrever modelos conceituais, represen-

tando entidades reconhecidas por uma determinada teoria ou sistema cognitivo (VERDONCK *et al.*, 2015). Elas constituem teorias que investigam a natureza da existência, uma vez que fornecem um sistema de categorias, independente de domínio, capaz de apoiar a conceitualização de teorias científicas específicas (GUIZZARDI, 2006b); e asseguram a consistência ontológica das linguagens de modelagem conceitual, incluindo seus conceitos e sua gramática (VERDONCK *et al.*, 2015). As ontologias oferecem suporte à gestão do conhecimento, estruturação de taxonomias, representação de domínio e interoperabilidade semântica (GUIZZARDI *et al.*, 2010; YILMAZ *et al.*, 2024) na integração de modelos (MAY *et al.*, 2022).

Uma ontologia de domínio, por sua vez, representa um modelo consensual dentro de uma comunidade que compartilha informações sobre esse domínio (GUIZZARDI e HALPIN, 2008). As ontologias de domínio distinguem-se em ontologia de referência e ontologia operacional. Uma ontologia de referência é uma especificação independente de solução (modelo conceitual), cujo objetivo é oferecer uma descrição clara e precisa das entidades do domínio, para fins de comunicação, aprendizado e resolução de problemas. Uma ontologia operacional é a implementação da ontologia de referência em linguagem legível por máquina, de modo a viabilizar seu processamento computacional (FALBO, 2014).

A abordagem para aprimorar a teoria e a prática da modelagem conceitual por meio do uso de ontologias é denominada *Ontology-Driven Conceptual Modeling* (ODCM). Ela é utilizada para desenvolver artefatos de engenharia, tais como linguagem de modelagem, metodologias, padrões de projeto (*design patterns*) e simuladores (GUIZZARDI *et al.*, 2018a).

Para aprimorar a qualidade das linguagens de modelagem e dos modelos conceituais, faz-se necessário utilizar uma ontologia de fundamentação, caracterizada por ser uma ontologia de alto nível e independente de domínio (GUIZZARDI *et al.*, 2008). Trata-se de um sistema de categorias com princípios filosóficos seguros e consistentes (VIEIRA FILHO, 2019) que fornece uma semântica do mundo real para linguagens gerais de representação ontológica (GUIZZARDI, 2006b) e os conceitos básicos sobre os quais qualquer ontologia específica de domínio é construída (GUIZZARDI e WAGNER, 2005).

Esta pesquisa utiliza a *Unified Foundational Ontology* (UFO) como ontologia de fundamentação para a análise do domínio na modelagem conceitual de jogos de guerra e tomada de decisão para subsidiar a modelagem do Confronto. A UFO oferece uma abordagem unificada para ontologias de fundamentação que combina os pontos fortes da *Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering* (DOLCE) (MASOLO *et al.*, 2003) e da *General Ontology Language* (GOL) (HELLER e HERRE, 2004). Ela permite tanto o desenvolvimento de modelos concretos quanto possibilita realizar análises ontológicas, esclarecer conceitos e compreender

a semântica do domínio (GUIZZARDI *et al.*, 2022).

As microteorias da UFO contemplam os construtos essenciais da modelagem conceitual (GUIZZARDI *et al.*, 2015), como tipos de objetos, relações taxonômicas e de parte-todo (*part-whole relations*) entre objetos, papéis (*roles*), propriedades, tipos de dados e entidades fracas (GUIZZARDI *et al.*, 2013). Nesse sentido, a UFO é estruturada nos seguintes módulos, cada um dedicado a representar aspectos específicos da realidade:

- UFO-A: ontologia dos *endurantes*, ou seja, indivíduos (entidades) que persistem por completo ao longo do tempo mantendo todas as suas partes e sua identidade (GUIZZARDI *et al.*, 2022). Ela trata de aspectos da modelagem conceitual estrutural, como tipos e estruturas taxonômicas, relações de parte-todo, propriedades intrínsecas, atributos e espaços de valores de atributos, propriedades relacionais, relações e papéis (GUIZZARDI, 2005);

- UFO-B:ontologia de *perdurantes*, ou seja, indivíduos compostos de partes temporais, como eventos e processos (GUIZZARDI e GUIZZARDI, 2010). Ela inclui a mereologia — aspectos formais e lógicos — das relações, como ordem temporal, participação dos objetos, causalidade, mudanças e relações entre *perdurantes* e *endurantes* (GUIZZARDI *et al.*, 2013); e

- UFO-C: ontologia de *intenções e entidades sociais* que trata de convicções (crenças), desejos, intenções, objetivos, ações, reivindicações e compromissos, papéis sociais e relações sociais (GUIZZARDI *et al.*, 2008).

A UFO serve como base fundamental para os principais construtos de uma modelagem conceitual. Consequentemente, ela tem sido aplicada sistematicamente no desenvolvimento da OntoUML (GUIZZARDI *et al.*, 2018a), uma linguagem ODCM derivada dos diagramas de classes da UML (OMG, 2017), utilizada para criar ontologias bem fundamentadas. Os elementos básicos da OntoUML são classes e relacionamentos. A linguagem define estereótipos para atribuir uma semântica específica a esses elementos, conforme apresentado no Apêndice D. A OntoUML facilita a aplicação de teorias formais de ontologias na construção de modelos conceituais e ontologias de domínio (GUIZZARDI *et al.*, 2015). As restrições sintáticas do metamodelo da OntoUML refletem a axiomatização da UFO (FONSECA *et al.*, 2019).

A seguir, o Capítulo 4 apresenta o *design* da pesquisa, fundamentado na DS e na DSRM. O Capítulo 5, por sua vez, descreve os ciclos de DSRM, detalhando a construção e a avaliação dos artefatos, incluindo modelos resultantes da modelagem de processos e da construção de ontologias.

Capítulo 4

Design da Pesquisa

Este capítulo primeiramente contextualiza a pesquisa, apresentando um breve relato sobre a conjuntura do uso dos jogos de guerra, principalmente nos cenários norte-americano e brasileiro. Em seguida, delimita o escopo da pesquisa, descreve o *design* da pesquisa fundamentado no paradigma epistemológico da DS (JOHANNESSON e PERJONS, 2021) e operacionalizada pelo método de pesquisa da DSR (DRESCH *et al.*, 2015) que, por sua vez, foi implementado utilizando o método DSRM (PEFFERS *et al.*, 2007). Além disso, ele apresenta as questões de pesquisa e os ciclos de DSRM.

4.1 Conjuntura

Conforme descrito na Subseção 2.3.1, a concepção dos jogos de guerra com propósito semelhante ao que conhecemos atualmente originou-se no século XIX, na antiga Prússia, com o desenvolvimento do jogo de tabuleiro Kriegspiel (NEVES, 2008). Após a Segunda Guerra Mundial, os jogos de guerra perderam sua importância em detrimento das técnicas advindas da Pesquisa Operacional, que utilizam análises numéricas para simular cenários fixos, variando o número de unidades de combate e suas capacidades, e decidir qual caso é mais econômico. O interesse pelos jogos de guerra ressurgiu na década de 1970 com a criação dos microcomputadores, que possibilitaram a introdução de recursos computacionais para apoiá-los. Desde então, sua visibilidade oscilou entre períodos de incentivo e desinteresse.

Os jogos de guerra voltaram a estar em evidência no USDoD com a publicação de um memorando que destaca seu valor estratégico e incentiva as Forças Armadas a revigorar sua prática (WORK, 2015) para estimular o pensamento estratégico e buscar ideias inovadoras e eficazes (WORK e SELVA, 2015). O USDoD pretende que os oficiais tenham liberdade para explorar novas ideias e conceitos por meio dos jogos de guerra. Seu interesse concentra-se no aspecto humano do jogo, uma vez que considera que nada se compara aos humanos interagindo e se enfrentando.

Os computadores podem auxiliar, mas não substituem o papel dos jogadores. Enquanto os computadores seguem regras, os humanos testam seus limites, por vezes quebrando-as (ARMSTRONG, 2015).

No cenário brasileiro, os jogos de guerra são praticados nos cursos de Comando e Estado-Maior nas escolas de altos estudos militares: ECEME, EGN e ECEMAR, com propósitos didáticos para analisar as decisões dos oficiais em possíveis hipóteses de emprego das Forças Armadas. O Ministério da Defesa demonstrou interesse em utilizar jogos de guerra para simular esse emprego no seu processo de planejamento conjunto. Neste caso, os conceitos e recursos dos jogos de guerra seriam utilizados para conduzir o método do Confronto, aprimorando as LA diante das Psb Ini (BRASIL, 2020a,c, 2024). Este interesse resulta de motivações operacionais para o emprego em planejamentos reais, mas também de motivações educacionais para a capacitação de pessoal nos exercícios de planejamento, nos quais o Confronto atuaria como uma ferramenta didática, analisando as estratégias e as decisões dos oficiais-alunos.

Atualmente, o Confronto tem sido aplicado de forma analógica, em que os membros do EM posicionam as unidades sobre uma carta ou mapa. No entanto, pretende-se desenvolver um sistema digital (jogo de guerra) para simular o planejamento do emprego das unidades militares no Confronto, aplicando a sistemática do método e registrando toda a dinâmica das interações, incluindo as decisões e as ações decorrentes. Presume-se que aprimorar o Confronto possibilitaria acelerar os processos de tomada de decisão e aumentar as chances de sucesso das operações militares. Consequentemente, as ações seriam mais bem planejadas e seus riscos seriam avaliados de forma mais precisa.

4.2 Escopo

O método do Confronto está inserido na sistemática de planejamento militar, que é comumente escalonada em quatro níveis de decisão: político, estratégico, operacional e tático. Em cada nível, definem-se as responsabilidades para o preparo e emprego das Forças Armadas para a organização, preparação e condução da guerra (BRASIL, 2007). Esses níveis se diferenciam pelos fatores operacionais de força, tempo e espaço (BRASIL, 2020c). A força reflete a quantidade e a composição das unidades militares empregadas. O espaço refere-se à dimensão territorial que abrange o conflito. O tempo está relacionado ao período do ciclo de decisão que direciona as ações das forças.

O nível político estabelece os objetivos políticos da guerra, celebra alianças, define diretrizes para as ações estratégicas e os limites para o emprego dos meios. O nível estratégico se expressa pelo emprego do Poder Militar, que implementa as ações

estratégicas a partir das diretrizes políticas. No nível operacional, são elaborados os planejamentos militares das campanhas e a condução das operações. No nível tático, empregam-se frações de forças militares para cumprir missões e observam-se os enfrentamentos entre as forças oponentes (BRASIL, 2007).

O escopo da pesquisa concentra-se no nível operacional para avaliar o planejamento por meio do Confronto entre as LA e as Psb Ini. Os jogos de guerra no nível operacional analisam a sequência das ações, efeitos, capacidades e recursos para alcançar os objetivos operacionais (PERLA e MARKOWITZ, 2009b). O planejamento no nível operacional enfrenta desafios diante da análise de inúmeras variáveis e da diversidade de possíveis decisões a serem tomadas. Assim, o Confronto concentra-se em definir e coordenar as ações no espaço e no tempo, considerando a capacidade de suas unidades (EIKMEIER, 2015).

Em relação ao propósito, os jogos de guerra são comumente classificados em didáticos e analíticos (Seção B.1). Os jogos didáticos são ferramentas educacionais que analisam as decisões dos jogadores e os possíveis caminhos a serem seguidos. Os jogos analíticos avaliam as estratégias e planos militares, visando fornecer informações para a tomada de decisão (BRASIL, 2018). Esta pesquisa examina os jogos didáticos como uma ferramenta para analisar as decisões dos oficiais-alunos em um processo de aprendizado, servindo como referência para o *design* do jogo digital do Confronto.

Os jogos analíticos também podem apoiar o levantamento de subsídios para o preparo das forças consideradas, a fim de identificar lacunas nas capacidades necessárias ao seu aprestamento (BRASIL, 2018). Contudo, o planejamento para o preparo das Forças Armadas também está fora do escopo desta pesquisa.

Por fim, as Forças Armadas costumam ser empregadas em situações de guerra e em situações de não-guerra. Nesta pesquisa, os jogos de guerra serão examinados como uma ferramenta de análise para o emprego das Forças Armadas em situações de guerra. Considerando esses aspectos, o escopo desta pesquisa é empregar jogos de guerra com propósitos **didáticos** para analisar o planejamento do **emprego** das Forças Armadas no nível **operacional** em situações de **guerra**.

Embora tenhamos definido este escopo para a pesquisa, a DS preconiza prover uma solução satisfatória para uma classe de problemas (DRESCH *et al.*, 2015). Assim, esta pesquisa busca produzir artefatos e conhecimento que também possam ser generalizados e úteis para pesquisas em jogos de guerra que contemplem outros níveis decisórios, possuam propósito analítico, atendam ao planejamento do preparo das forças e considerem situações de não-guerra e crises civis.

4.3 Método da Pesquisa

Conforme explicado no Capítulo 3, o DSRM foi o método adotado para operacionalizar a pesquisa em DS. A operacionalidade, simplicidade e natureza cíclica do DSRM justificam sua escolha para uma pesquisa em sistemas de informação que compreende construir e aprimorar artefatos computacionais. Estes artefatos representam soluções satisfatórias para o problema da pesquisa.

A Figura 4.1 descreve as etapas do método aplicadas à pesquisa. Neste caso, o DSRM está centrado no problema da pesquisa. Assim, a partir do entendimento do problema, o método segue uma abordagem cíclica, envolvendo processos iterativos de definição dos objetivos, *design* e desenvolvimento dos artefatos para solucioná-los, demonstração e avaliação dos artefatos e comunicação dos resultados.

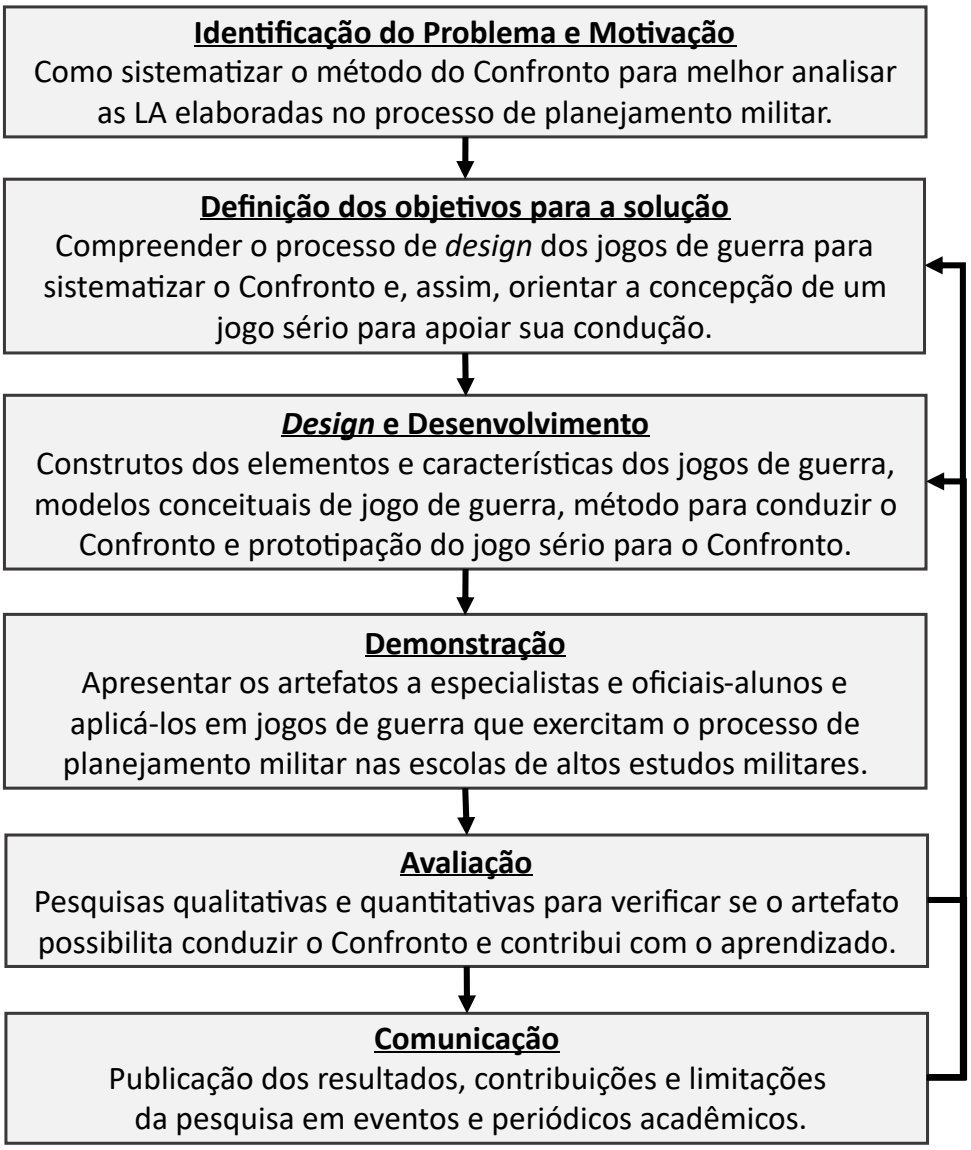

Figura 4.1: Método DSRM que conduzirá a pesquisa do *design* de um jogo sério para conduzir o Confronto

O problema e os objetivos da pesquisa foram definidos no Capítulo 1. Os artefatos computacionais propostos serão construídos para atender aos objetivos específicos descritos na Seção 1.4. Esses artefatos foram apresentados a especialistas em jogos de guerra, instrutores de planejamento militar e oficiais-alunos dos cursos de planejamento. As avaliações serão realizadas por esse público para verificar se os artefatos cumprem os objetivos específicos. Por fim, os resultados, as contribuições e as limitações da pesquisa serão comunicados à comunidade acadêmica por meio de artigos científicos.

Uma outra perspectiva do *design* da pesquisa é oferecida pelo Modelo-DSR (*Design Science Research Model*) (PIMENTEL *et al.*, 2023). Esse modelo não é um método de pesquisa como a DSRM, que descreve um fluxo das etapas para conduzi-la, mas contribui para a compreensão da pesquisa em DSR, uma vez que representa o relacionamento entre seus elementos. O Modelo-DSR define as conjecturas teóricas, o problema, o artefato e a avaliação empírica como seus elementos centrais. As conjecturas comportamentais são definidas como suposições sobre como as pessoas aprendem, trabalham, pensam, se relacionam e se comunicam. Assim, o *design* do artefato deve estar fundamentado nas conjecturas. A Figura 4.2 ilustra o Modelo-DSR que descreve esta pesquisa.

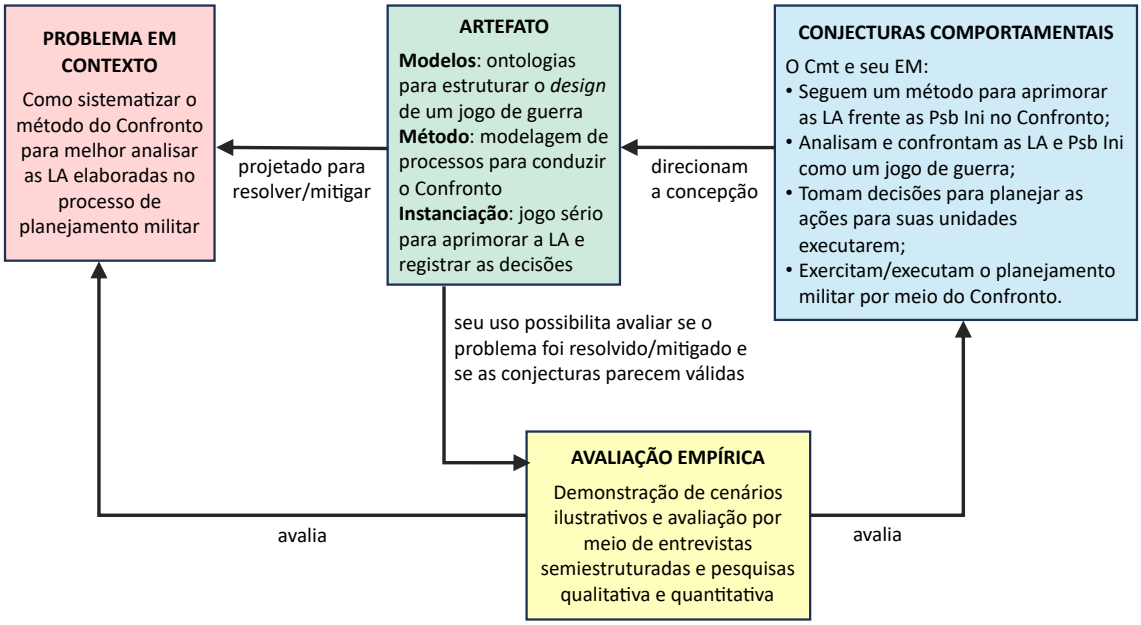

Figura 4.2: Instância do Modelo-DSR da pesquisa

O Modelo-DSR ainda pode ser detalhado para representar o conhecimento que fundamenta cada um dos elementos principais. Nesse sentido, adicionam-se outros elementos ao modelo para representar conhecimentos produzidos sobre as conjecturas, o problema e o contexto, o estado da arte e da técnica sobre o *design* dos artefatos e referências sobre a metodologia da pesquisa. Também são incluídos ele-

mentos para representar critérios que devem ser considerados em uma pesquisa em DSR. Os critérios de verificação avaliam se os artefatos funcionam corretamente, enquanto os critérios de aceitação indicam se os artefatos resolvem, de modo satisfatório, o problema em questão. Outrossim, são incluídos elementos para descrever a avaliação empírica que listam questões e/ou hipóteses relacionadas à avaliação das conjecturas comportamentais e dos artefatos, estas baseadas nos critérios de aceitação; e elementos que listam as contribuições técnicas e teóricas da pesquisa.

A Figura 4.3 apresenta o Modelo-DSR detalhado desta pesquisa. Os processos de planejamento militar do Brasil, dos Estados Unidos e da OTAN fundamentam o problema e o contexto. A DSR, DRSM e os métodos de avaliação constituem o quadro epistemológico e metodológico da pesquisa. Os conhecimentos sobre jogos de guerra e modelagem de decisões fundamentam as conjecturas comportamentais. Referências sobre modelagem de processos, ontologias e *design* de jogos fundamentam a construção dos artefatos. Os critérios de verificação avaliam a consistência dos modelos e do método, além da capacidade do jogo do Confronto para aprimorar as LA e registrar as decisões do Cmt e do seu EM. As questões e hipóteses para a avaliação das conjecturas e dos artefatos fornecerão subsídios para formular as questões da pesquisa na Seção 4.4. Por fim, antecipam-se as contribuições teóricas referentes às conjecturas e as contribuições técnicas relacionadas aos artefatos. Contudo, eles serão apresentados no Capítulo 5 como as contribuições dos ciclos de DSRM da pesquisa.

4.4 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa propostas foram formuladas para cumprir os objetivos específicos, considerando as questões e hipóteses para a avaliação das conjecturas comportamentais e dos artefatos listados no Modelo-DSR detalhado (Figura 4.3). Desta forma, enunciam-se as seguintes Questões de Pesquisa (QP):

QP1: Como representar e conduzir o Confronto como um jogo de guerra?

QP2: Como representar a tomada de decisão nos jogos de guerra?

QP3: Como apoiar a tomada de decisão em jogos que simulam o Confronto?

QP4: Como estimular o aprendizado em jogos que simulam o Confronto em um processo de planejamento militar?

A correspondência entre as questões de pesquisa e os objetivos específicos apresentados na Seção 1.4 está representada no modelo descrito na Figura 4.4. Este modelo, notadamente, foi inspirado no Modelo-DSR e também evidencia o problema e o objetivo da pesquisa.

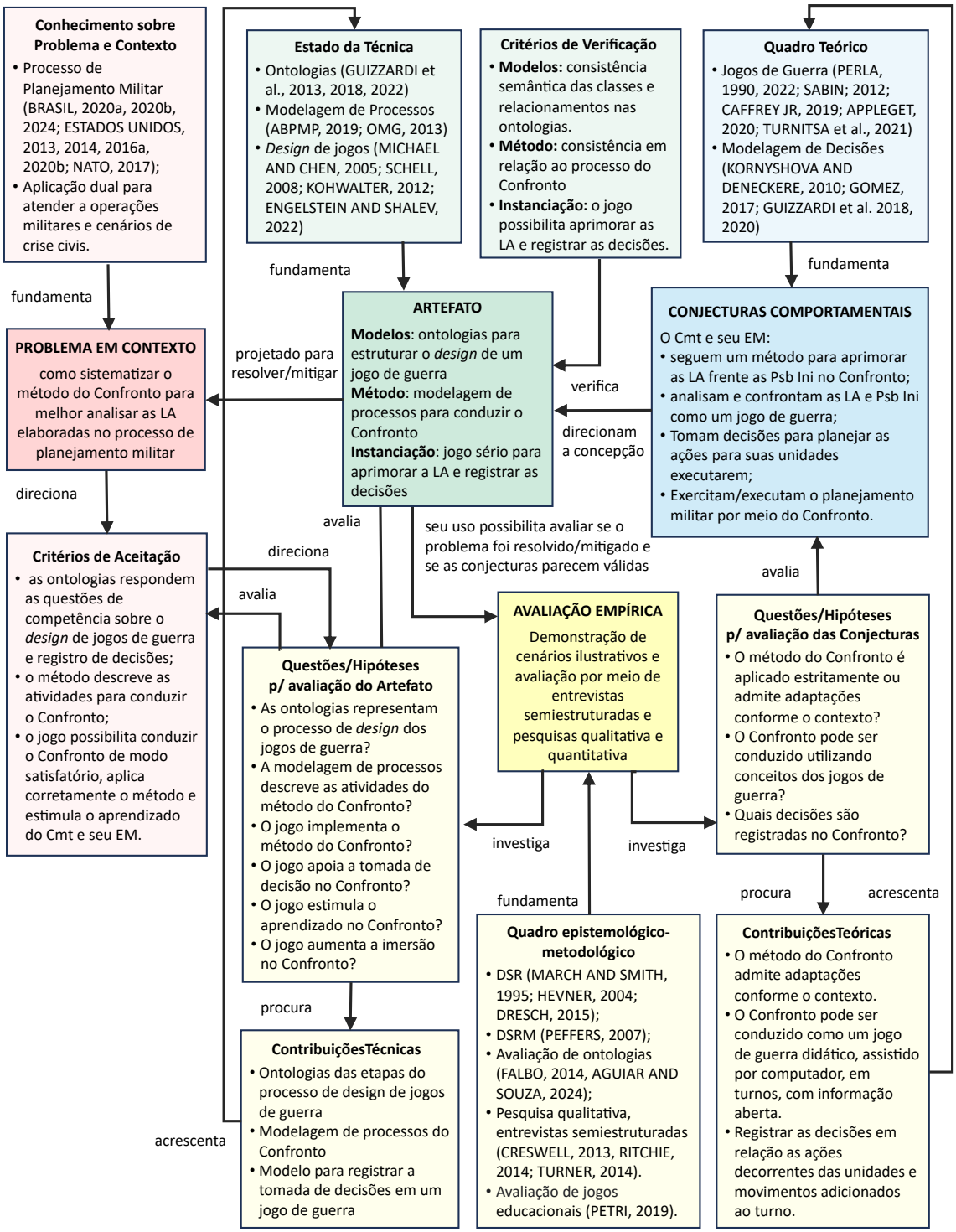

Figura 4.3: Instância do Modelo-DSR detalhado da pesquisa

4.5 *Design* dos Artefatos da Pesquisa

A DSR compreende resolver um problema em um contexto específico por meio de um artefato e gerar novo conhecimento científico (PIMENTEL *et al.*, 2020). Nesse sentido, um artefato é algo projetado para atingir um objetivo (PEFFERS *et al.*, 2007) em um dado contexto a partir de conhecimentos e conjecturas (SIMON, 1996).

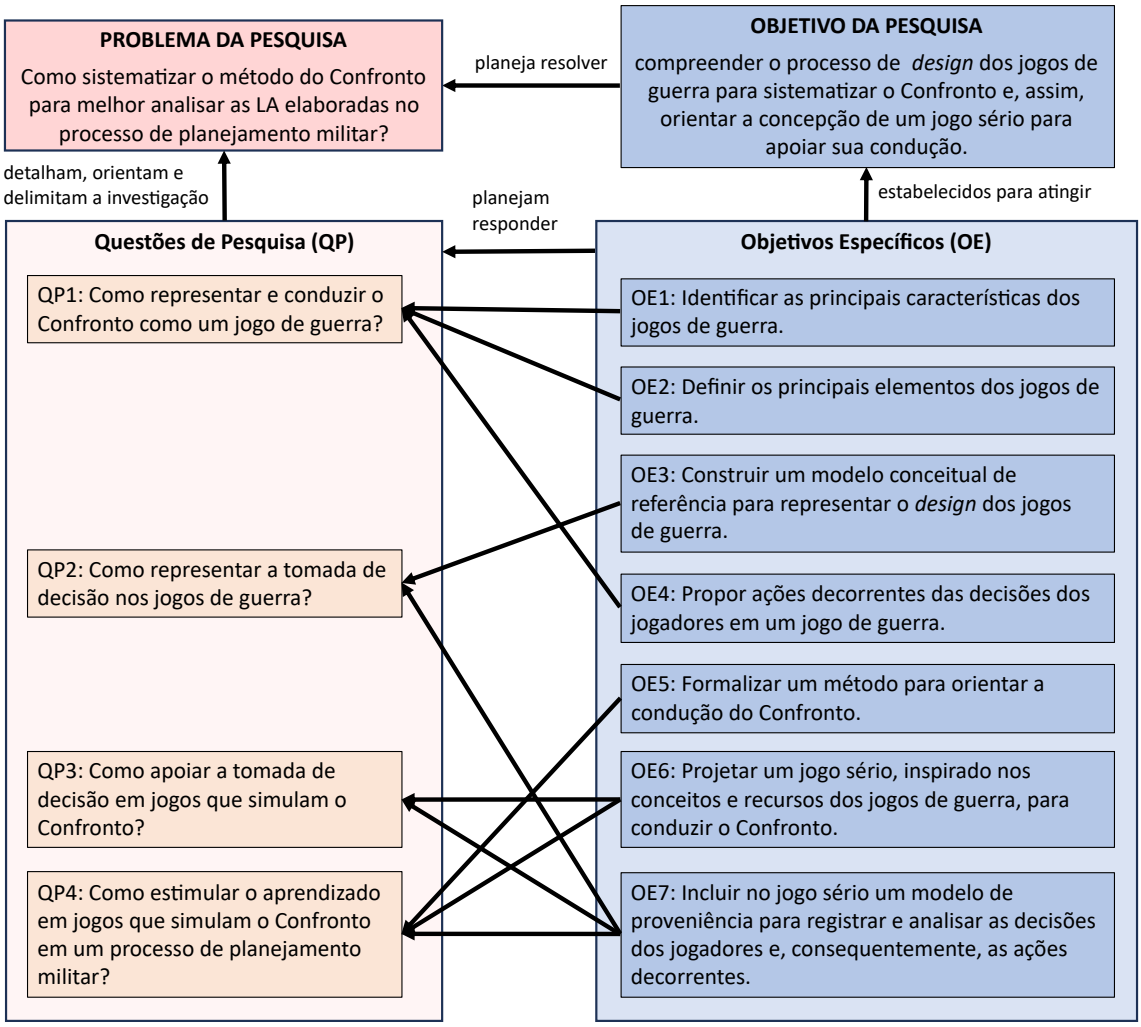

Figura 4.4: Correlação entre as questões de pesquisa e os objetivos específicos

Criar um artefato inclui não somente abordar o problema explicitado, mas também atender aos requisitos definidos. Essa atividade produz conhecimento descritivo sobre as decisões de *design* e suas razões (JOHANNESSON e PERJONS, 2021).

A pesquisa não se limita a explicar apenas o processo de construção dos artefatos para seus respectivos objetivos. Ela também detalha a avaliação dos artefatos, descrevendo o processo para compreender o ambiente em que o artefato opera e determinar seu desempenho na sua função (MARCH e SMITH, 1995).

MARCH e SMITH (1995) propuseram um *framework* para orientar o *design* dos artefatos em pesquisas em DSR aplicadas a sistemas de informação. Este *framework* descreve como os artefatos (resultados) propostos para resolver o problema em questão se inserem nas atividades da pesquisa. Os artefatos constituem soluções tecnológicas para pesquisas em sistemas de informação: construtos, modelos, métodos e instanciações. As atividades da pesquisa, por sua vez, compreendem construir e avaliar os artefatos, teorizá-los e justificar as teorias formuladas. A Figura 4.5 apresenta o *framework* que descreve esta pesquisa.

Resultados da Pesquisa	Atividades da Pesquisa: Construir	Avaliar	Teorizar	Justificar
Construto	Elementos, características e agentes dos jogos de guerra.	Verificar se os elementos estão presentes e as características são identificadas nos jogos de guerra conduzidos nas escolas militares.	Os elementos e as características compiladas são suficientes para representar os jogos de guerra.	Foi realizada uma busca em bases de dados acadêmicas e repositórios militares.
Modelos	Modelos conceituais para estruturar um jogo de guerra, representando as relações entre as características e os elementos dos jogos de guerra e as ações que representam as decisões tomadas pelos jogadores.	Verificar se os modelos conceituais são válidos e se as ações decorrentes refletem as decisões.	Os modelos devem seguir as orientações doutrinárias de planejamento militar e oferecer alternativas para os jogadores decidirem quais ações as unidades realizarão no jogo de guerra.	Os modelos devem representar o processo ou domínio que ele propõe estruturar.
Método	Método para conduzir o Confronto.	Analisar se o método representa as atividades realizadas pelo Cmt e seu EM.	Seguir o método contribui para aprimorar a LA analisada.	Estimular o engajamento, imersão e aprendizado do Cmt e seu EM.
Instanciações	Prototipação do jogo digital do Confronto a partir dos modelos e do método.	Investigar se o jogo digital do Confronto pode contribuir com o aprendizado, aprimorando a LA e registrando as decisões do Cmt, apoiado pelo seu EM.	Representar um jogo de guerra como um sistema de sistema de informação.	Jogos podem ser representados como sistemas de informação.

Figura 4.5: *Framework* que correlaciona os artefatos às atividades da pesquisa

JOHANNESSON e PERJONS (2021) também propõem que as atividades realizadas para o *design* e o desenvolvimento de artefatos incluem a construção e a justificativa das decisões tomadas, mas ressaltam que, inicialmente, os artefatos são idealizados. Além disso, indicam que esses artefatos devem ser demonstrados e avaliados. DRESCH *et al.* (2015) apontam que, primeiramente, são definidos os requisitos para o *design* dos artefatos e são sugeridos possíveis artefatos a serem desenvolvidos. Também descrevem que a construção do artefato envolve análises de viabilidade e utilidade, e indicam que os artefatos são preparados para uso e avaliação.

Um segundo *framework* para a pesquisa em DSR foi proposto por BARBOSA (2018) para facilitar a compreensão das atividades de construção e avaliação dos artefatos. Este *framework* complementar divide a construção em objetivos iniciais e seus resultados, que representam os artefatos efetivamente construídos, além de dividir a avaliação em métricas e metodologias utilizadas.

A Figura 4.6 apresenta esse segundo *framework* que detalha a construção e a avaliação dos artefatos propostos para esta pesquisa. As métricas definidas para

avaliar os artefatos foram sugeridas por MARCH e SMITH (1995), enquanto as metodologias para avaliá-los foram definidas a partir dos tipos de métodos elencados por PEFFERS *et al.* (2007). As avaliações dos modelos (ontologias) e dos métodos (modelagem de processos) ainda incluíram métricas propostas por GRUBER (1995).

	Construção		**Avaliação**	
	Objetivo	**Resultado**	**Métrica**	**Metodologia**
Construto	Definir os elementos que serão utilizados nos modelos dos jogos de guerra e as características para representar o Confronto como um jogo de guerra.	Glossário de termos de jogos de guerra	Completeza Compreensibilidade Inteligibilidade	Argumento Lógico
Modelos	Modelar conceitualmente as características dos jogos de guerra e o processo de *design* dos jogos de guerra.	Ontologias das características dos jogos de guerra e das fases do processo de *design* de jogos de guerra	Coerência Consistência Compromisso Ontológico Mínimo Competência Clareza	Experimento Técnico Avaliação de Especialistas
Método	Externalizar o conhecimento tácito dos instrutores para conhecimento explícito e, por sua vez, combiná-lo com o conhecimento explícito das doutrinas.	Modelagem de processos do Confronto	Operacionalidade Eficiência Generalidade	Avaliação de Especialistas
Instanciações	Aplicar o método e os modelos em jogos de guerra.	Protótipos do jogo sério do Confronto	Eficiência Eficácia Impactos no ambiente e nos usuários	Prototipação Experimento Controlado Cenário Ilustrativo

Figura 4.6: *Framework* que detalha a construção e a avaliação dos artefatos

4.6 Ciclos de Iteração de DSRM

A construção dos artefatos para atingir o objetivo da pesquisa será realizada em ciclos de DSRM, considerando a natureza iterativa do método. A pesquisa foi dividida em quatro ciclos, conforme descritos a seguir e ilustrados na Figura 4.7. Estes ciclos estão diretamente relacionados aos artefatos descritos nos *frameworks* de DSR (Figuras 4.5 e 4.6). As etapas de *design* e desenvolvimento, demonstração, avaliação e comunicação de cada ciclo serão descritas no Capítulo 5.

- **Ciclo I:** compreende definir um construto para descrever as características, elementos e agentes dos jogos de guerra e, principalmente, modelos conceituais das características dos jogos de guerra e das fases do processo de *design* dos jogos de guerra para servir como referência para o Confronto;

- **Ciclo II:** define um método para conduzir o Confronto, externalizando uma modelagem de processos a partir do conhecimento doutrinário e do conhecimento tácito dos instrutores de planejamento militar;

- **Ciclo III:** desenvolve um protótipo de um jogo sério para conduzir o Confronto, aplicando o método definido no ciclo anterior. O jogo ainda contém um modelo de proveniência para registrar as decisões dos jogadores nos movimentos dos turnos, tomando como referência os modelos conceituais dos jogos de guerra construídos no primeiro ciclo; e

- **Ciclo IV:** aprimora o protótipo do jogo sério, introduzindo novas mecânicas sugeridas a partir dos resultados da avaliação do jogo realizada no ciclo anterior. A proveniência do jogo também foi aprimorada, possibilitando registrar as decisões dos jogadores sobre as ações das unidades, individualmente ou coletivamente, nos movimentos dos turnos, incluindo as razões que justificam as decisões.

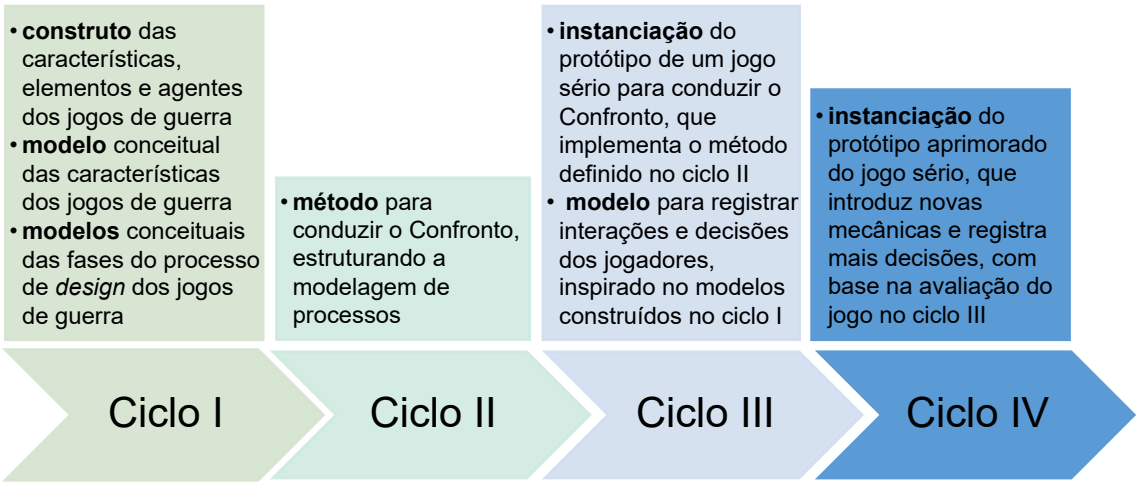

Figura 4.7: Ciclos da pesquisa em DSRM

Capítulo 5

Ciclos de DSRM

Este capítulo apresenta o estado da arte dos trabalhos relacionados e descreve as atividades de DSRM dos quatro ciclos da pesquisa, que incluem indicar os objetivos específicos que serão cumpridos em cada ciclo e suas respectivas etapas de *design* e desenvolvimento, demonstração dos artefatos, avaliação dos artefatos e comunicação dos resultados. A construção dos artefatos seguiu as orientações de DS, que incluíram descrever como foram as atividades de *design* e desenvolvimento, listar as referências que fundamentaram o *design*, especificar e justificar seus componentes, destacar sua originalidade e explicar seu uso (JOHANNESSON e PERJONS, 2021).

5.1 Ciclo I - Ontologias de Jogos de Guerra

Esta seção apresenta o primeiro ciclo de DSRM previsto para esta pesquisa (Figura 4.7). O principal objetivo deste ciclo foi construir um modelo conceitual de referência para representar o *design* dos jogos de guerra, que servirá de base para a construção de um modelo conceitual para o Confronto nos ciclos subsequentes. Este ciclo também compreendeu a construção de outros artefatos — construtos e modelos — para subsidiar a construção deste modelo e que também serão descritos nesta seção. Assim, construíram-se ontologias para representar o processo de *design* dos jogos de guerra, sobretudo as fases de Especificação, *Design*, Execução e Análise, a partir do conhecimento explícito em manuais de países e organizações militares e na literatura acadêmica.

5.1.1 Objetivos e Requisitos

Uma vez que a doutrina sugere que, no planejamento militar, as LA deverão ser analisadas e confrontadas diante das Psb Ini como em um jogo de guerra (BRASIL, 2020a), esta hipótese foi assumida pela pesquisa para analisar o Confronto. Nesse sentido, o primeiro ciclo de DSRM compreendeu um estudo aprofundado dos jogos

de guerra para representá-los conceitualmente.

Este ciclo tem como objetivo construir um modelo conceitual de referência para representar o *design* dos jogos de guerra, que é enunciado no OE3. No entanto, para atingi-lo, fez-se necessário cumprir outros três objetivos específicos da pesquisa: identificar as principais características dos jogos de guerra (OE1), definir os principais elementos dos jogos de guerra (OE2) e propor as ações a serem empreendidas pelos jogadores em um jogo de guerra (OE4).

Os seguintes requisitos funcionais foram definidos neste ciclo para a construção das ontologias de referência do domínio dos jogos de guerra:

- Definir as características dos jogos de guerra;
- Identificar os principais elementos dos jogos de guerra e relacioná-los;
- Representar os agentes que participam do *design* dos jogos de guerra;
- Estruturar o *design* dos jogos de guerra como um processo;
- Descrever as fases desse processo;
- Identificar os elementos dos jogos de guerra que participam dessas fases e estabelecer seus relacionamentos;
- Identificar os agentes que participam dessas fases e relacioná-los aos elementos dos jogos de guerra;
- Representar os eventos de tomada de decisão nos jogos de guerra; e
- Representar a avaliação das decisões nos jogos de guerra.

Ainda foram definidos alguns requisitos não funcionais, visando garantir a compreensibilidade e extensibilidade das ontologias:

- Possuir documentação clara e acessível que descreva as classes do modelo;
- A nomenclatura utilizada nas classes e relações deve ser intuitiva, consistente e alinhada à terminologia do domínio;
- Minimizar ambiguidades semânticas, privilegiando clareza e precisão;
- A ontologia deve ser modular, de forma que alterações em um conjunto de classes não comprometam sua estrutura geral; e
- A estrutura da ontologia deve permitir a inclusão de novas classes ou relações sem necessidade de reestruturar sua base conceitual.

5.1.2 Estado da Arte

Os trabalhos relacionados a este ciclo de DSRM definem taxonomias para caracterizar os jogos de guerra e descrever seus principais elementos. No entanto, essas

taxonomias representam simples estruturas hierárquicas usadas para classificá-los e, consequentemente, são insuficientes para representar formalmente o domínio dos jogos de guerra. Encontramos um único estudo cujo título faz referência a uma ontologia de *design* de jogos de guerra (HARTLEY, 2021), mas, na verdade, ele propõe uma ontologia para um conflito moderno que inclui novos agentes, tais como cibernéticos, químicos e biológicos, que também poderiam ser contemplados em um jogo de guerra. O autor definiu três entidades principais: ator, objeto e ação, e menciona diversos elementos da guerra, como situação, cenário, objetivo, tarefa, resultado, arbitragem, análise e armazenamento de dados. No entanto, o estudo não representa as relações entre esses elementos e as entidades principais.

MCHUGH (1966) apresentou a primeira taxonomia de jogos de guerra, classificando-os em seis categorias: propósito geral, escopo e nível, número de lados (times), quantidade de inteligência (informação), método de avaliação (arbitragem) e técnica de simulação. Essas categorias proporcionaram uma boa compreensão das características dos jogos de guerra e orientaram pesquisas futuras. ELG (2017) classificou os estudos de caso de jogos de guerra com base na taxonomia de MCHUGH, mas utilizando apenas quatro categorias: número de lados, quantidade de informação, arbitragem e formato físico do jogo. Ele desconsiderou propósito e nível como categorias porque sua pesquisa concentrou-se em jogos de guerra educacionais no nível tático.

Mais tarde, PERLA (1987) propôs um *framework* para o *design* de jogos de guerra para facilitar a comunicação entre patrocinadores, *game designers* e analistas, composto por quatro partes: número de jogadores ou times (um, dois ou múltiplos lados); quantidade de informação disponível aos jogadores (aberta ou fechada); estilo ou formato do jogo (seminário ou sistêmico); e nível de decisão dos jogadores, que inclui o escopo geopolítico do jogo e a agregação das unidades de combate. Em seguida, ANDERSON *et al.* (1989) desenvolveram uma taxonomia de simulações e jogos de guerra para orientar o desenvolvimento de um *framework* para o USDoD adquirir sistemas de combate, que possuía três dimensões: propósito, características e o próprio *design* do jogo. Eles definiram treinamento e análise como os principais propósitos dos jogos de guerra, e os especializaram em subcategorias. As características descrevem os domínios físicos, condições ambientais, abrangência (escala) do conflito, área da missão e composição das unidades. O *design* do jogo inclui o papel da participação humana, o progresso do tempo, o tratamento da aleatoriedade e o número de lados.

Foram encontradas outras classificações relevantes apenas em manuais de jogos de guerra de países e da OTAN. O REINO UNIDO (2017) e a Marinha do Brasil (BRASIL, 2018) endossam as características dos jogos de guerra propostas por MCHUGH (1966) e ROSENWALD (1990). O modelo britânico ainda incorporou a

duração dos turnos e um elemento narrativo para definir os eventos. A abordagem brasileira, por sua vez, ainda diferencia se o cenário descreve uma situação real, fictícia ou hipotética, e define o escopo geográfico — global, regional ou local — que está fortemente relacionado ao nível de decisão.

Por outro lado, a OTAN (2023) e a FRANÇA (2024) classificaram os jogos de guerra em apenas três categorias. A OTAN define as seguintes categorias: propósito (aprendizado ou analítico), método de arbitragem (julgamento por especialistas, consenso, assistido analiticamente ou baseado em regras) e rigidez ou formato (simulação, rígido, seminário ou matricial). A França adota as mesmas categorias, mas inclui o propósito experimental e desconsidera a arbitragem assistida analiticamente.

Os Estados Unidos e a Alemanha classificam os jogos de guerra de forma semelhante, definindo as seguintes categorias: propósito (educacional ou analítico), nível de comando (estratégico, operacional ou tático) e método de arbitragem (livre, rígido, semirrígido ou consensual) (ALEMANHA, 2024; BURNS *et al.*, 2015). Ambos também classificam os jogos em relação ao tempo, porém os alemães utilizam quadros temporais (passado ou futuro), enquanto os americanos adotam o critério de progressão temporal (por turnos ou tempo contínuo). Além disso, os americanos acrescentaram outra categoria: número de lados.

A Polônia também classifica os jogos de guerra segundo o propósito, nível de comando, grau de informatização, número de lados, arbitragem, método, cenário e tempo (WNOROWSKI, 2022). Contudo, a doutrina polonesa sugere critérios adicionais para classificá-los baseados na teoria dos jogos, tais como: resultado do jogo (soma zero ou soma não zero), ordem da tomada de decisão (sequencial ou simultânea), conhecimento disponível (informação completa ou incompleta) e possibilidade de formar coalizões (cooperativo ou não cooperativo)

Além das características, foram analisados os principais elementos que devem ser considerados no *design* dos jogos de guerra. WADE (2018) definiu quatro elementos críticos para atender aos objetivos do *design* de um jogo de guerra: jogador, cenário, conjunto de regras e método de avaliação (arbitragem). A Noruega compartilha uma visão semelhante do modelo da guerra, mas substitui o método de avaliação por dados (EVENSEN *et al.*, 2019). Os *designs* de jogos de guerra em Israel definem como elementos centrais o cenário, as regras, os objetivos e a análise; ressaltam que os jogadores são organizados em times e incluem um grupo de controle (BRAHMS, 2014). A OTAN (2023) sugere que a essência dos jogos de guerra reside nas decisões tomadas pelos jogadores, impulsionadas e influenciadas pela fricção e pelos desafios enfrentados.

PERLA (1990) definiu sete elementos essenciais para o *design* de jogos de guerra: objetivos, cenário, banco de dados, modelos, regras, jogadores e análise. Esses elementos serviram de referência para estudos posteriores (MASON, 2012b; PAVEK

e STARKEN, 2014; REINO UNIDO, 2017; ROSENWALD, 1990). WNOROWSKI (2022) expandiu essas ideias ao propor um *framework* que define as relações entre os elementos de um jogo de guerra durante as fases de *design* e execução. Esse *framework* posiciona os jogadores como elemento central, cujas decisões e ações — baseadas nas informações do banco de dados — estão sujeitas à arbitragem e resultam na atualização do cenário. Um grupo de *design* define as mecânicas do jogo, incluindo regras, procedimentos, cenário e arbitragem. O jogo se encerra com uma análise das decisões tomadas.

Outros manuais e estudos sobre jogos de guerra sugerem considerar outros elementos no *design*, como: avaliação de danos de combate, coleta de dados (BURNS *et al.*, 2015), arbitragem, fatores políticos, econômicos, sociais e tecnológicos (WNOROWSKI, 2022), infraestrutura, contexto cultural e ambiental (WEUVE *et al.*, 2004), ambiente, força oponente, narrativa, intervenções (*injects*), vinhetas e tabelas de resolução de combate (OTAN, 2023). A OTAN ainda ressalta as percepções (*insights*) obtidas por meio da análise dos jogos de guerra. Por fim, essas referências identificam uma variedade de papéis para os agentes envolvidos no *design* de jogos de guerra, que incluem o diretor do jogo, patrocinadores, gerente do jogo, *game designers*, *designers* do cenário, desenvolvedores, controladores, juízes e analistas.

O *design* dos jogos de guerra é mais do que apenas um jogo, artefato ou atividade; trata-se de um processo estruturado composto por várias fases. Nesse sentido, SCHECHTER *et al.* (2021) propõem fases para representar um processo experimental de *design* de jogos de guerra a partir da identificação de questões de pesquisa, levantamento de hipóteses e variáveis para o *design*, execução e análise do jogo.

Os trabalhos relacionados ainda incluem pesquisas para construir ontologias para modelar os elementos da tomada de decisão e de outros domínios relacionados ao meio militar. GUIZZARDI *et al.* (2018b) ressaltam a importância de documentar decisões no âmbito organizacional, mas indicam que essas decisões são frequentemente registradas em formatos não estruturados. Eles propuseram uma ontologia para alinhar objetivos às decisões, explicando por que o tomador de decisão realiza determinada ação e em quais critérios se baseiam. Posteriormente, essa ontologia foi refinada (GUIZZARDI *et al.*, 2020) para incluir o valor proposto (SALES *et al.*, 2017, 2018) e as preferências como critérios para a tomada de decisão, além de detalhar as consequências das decisões em uma determinada situação. Além disso, AMARAL *et al.* (2021) exploraram os fundamentos ontológicos do valor e do risco na Teoria dos Jogos, demonstrando que as recompensas (*payoffs*) podem agregar valor ao priorizar os objetivos ou introduzir riscos, neste caso, com impactos negativos.

KORNYSHOVA e DENECKÈRE (2010) desenvolveram uma ontologia, utilizando UML, para formalizar o conhecimento e aperfeiçoar o processo de tomada de decisão. A ontologia representa um problema decisório em uma situação específica

e seus objetivos. As alternativas são avaliadas com base em critérios específicos, incluindo consequências futuras, pesos atribuídos, regras de preferência e limiares.

BOURY-BRISSET (2003) desenvolveram ontologias para aprimorar a gestão do conhecimento e auxiliar comandantes militares na obtenção da consciência situacional. Esta abordagem concentrou-se na fusão de informações de alto nível, que envolviam conceitos de planejamento como LA, objetivos, eventos, prontidão da força, ações e resultados de engajamentos. SONG *et al.* (2010) propuseram um sistema de apoio à decisão baseado em ontologia para aumentar a consciência situacional. Sua abordagem desenvolveu ontologias em três níveis. O nível do domínio descreve o cenário de batalha, incluindo condições meteorológicas, localização, efetivo militar, organizações, unidades e armamentos. O nível intermediário especifica regras para integrar os níveis de domínio e superior, incluindo agentes de apoio à decisão.

BACLAWSKI *et al.* (2017) apresentaram um *framework* formal para a tomada de decisão, que classifica os dados disponíveis e as razões que fundamentaram a decisão para desenvolver a consciência situacional. A coleta de dados representa a situação, incluindo fatos, percepções, hipóteses e diretivas. As razões envolvem relevância, classificação, avaliação, resolução e implementação. MATHEUS *et al.* (2003) apresentaram uma ontologia de fundamentação para a consciência situacional, que serve como base para representar domínios específicos do campo de batalha, como unidades militares, obstáculos e suas relações no tempo e no espaço.

JEONG *et al.* (2016) desenvolveram uma ontologia do campo de batalha baseada em fatores como missão, inimigo, terreno e clima, unidades, tempo disponível e considerações civis para apoiar um sistema de geração de cenários, capaz de formular alternativas, antecipar situações e auxiliar na tomada de decisão. BOWMAN *et al.* (2001) avaliaram LA para operações de combate terrestre com base nos princípios da guerra e das operações militares. Sua ontologia incorpora elementos como região geográfica, organizações militares, equipamentos, plano e ação, sendo posteriormente expandida para incluir o centro de gravidade — conceito crítico para atingir objetivos estratégicos — e otimizar a alocação de recursos.

KARS e OĞUZTÜZÜN (2011) identificaram os elementos de um jogo de guerra naval e suas relações, com o objetivo de formalizar o componente espaço nas missões em um modelo conceitual de simulação. A ontologia concentrou-se em descrever unidades militares, sensores e armamentos dentro do domínio da guerra naval, mas se mostrou insuficiente para estruturar outros elementos do campo de batalha, como operações, objetivos, cenários e ações.

Por fim, VALENTE *et al.* (2005) apresentaram uma ontologia de informação militar desenvolvida para apoiar modelos semânticos de arquitetura em sistemas aéreos com o objetivo de formalizar os conceitos centrais relacionados à informação em operações militares, permitindo a organização, recuperação e interoperabilidade

de dados. DEMORI *et al.* (2023) desenvolveram uma ontologia para representar o ambiente de comunicações em cenários militares táticos, visando formalizar o conhecimento do domínio e tratar questões de interoperabilidade e ambiguidade semântica. Essa formalização é essencial diante da heterogeneidade dos sistemas de comunicação sem fio utilizados pelas Forças Armadas, uma vez que as unidades, incluindo plataformas aéreas e terrestres, operam com rádios e canais distintos.

5.1.3 *Design* e Desenvolvimento

Este ciclo adotou uma abordagem indutiva orientada pela *Grounded Theory* (PANDIT, 1996) e pelo método SABIO (Systematic Approach for Building Ontologies) (FALBO, 2014) para consolidar o conhecimento adquirido ao desenvolver o modelo conceitual de referência para o *design* de jogos de guerra. A *Grounded Theory* é uma metodologia de pesquisa utilizada para construir teorias com base em uma análise sistemática dos dados e que oferece um *framework* para pensar e conceituar dados relevantes (PETRINI e POZZEBON, 2009). O SABIO é um método utilizado para o desenvolvimento de ontologias de domínio, tanto de referência quanto operacional, que incorpora as boas práticas de Engenharia de Software e Engenharia de Ontologias (FALBO, 2014). Recentemente, foi divulgada uma versão estendida — SABIOx (AGUIAR e SOUZA, 2024) — que definiu suas fases e as respectivas atividades; porém, manteve a essência do método usado neste ciclo.

O processo de construção da *Grounded Theory* que orientou este método de pesquisa contém cinco etapas, que não são estritamente sequenciais: *Design* da Pesquisa, Coleta de Dados, Ordenação dos Dados, Análise dos Dados e Comparação com a Literatura (PANDIT, 1996). Os pesquisadores iniciam esse processo exploratório e indutivo para compreender um problema em um domínio específico e formular questões de pesquisa. Em seguida, a pesquisa envolve vários ciclos de coleta, ordenação e análise de dados para identificar conceitos, categorias e relações, integrando-os em uma amostragem até atingir a saturação teórica. Os pesquisadores então comparam o quadro teórico emergente com a literatura existente, identificando semelhanças, diferenças e justificando as causas dessas variações. Por fim, desenvolve-se uma teoria emergente. A Figura 5.1 apresenta um exemplo de como as etapas desse processo podem ser estruturadas.

O SABIO não prescreve nenhum modelo específico de ciclo de vida, mas os autores recomendam a adoção de um desenvolvimento incremental e iterativo. O método é dividido em cinco fases: Definição do Propósito e Elicitação de Requisitos, Captura e Formalização da Ontologia, Design, Implementação e Teste; além de ser apoiado por atividades de aquisição de conhecimento, documentação, gerência de configuração, avaliação e reuso.

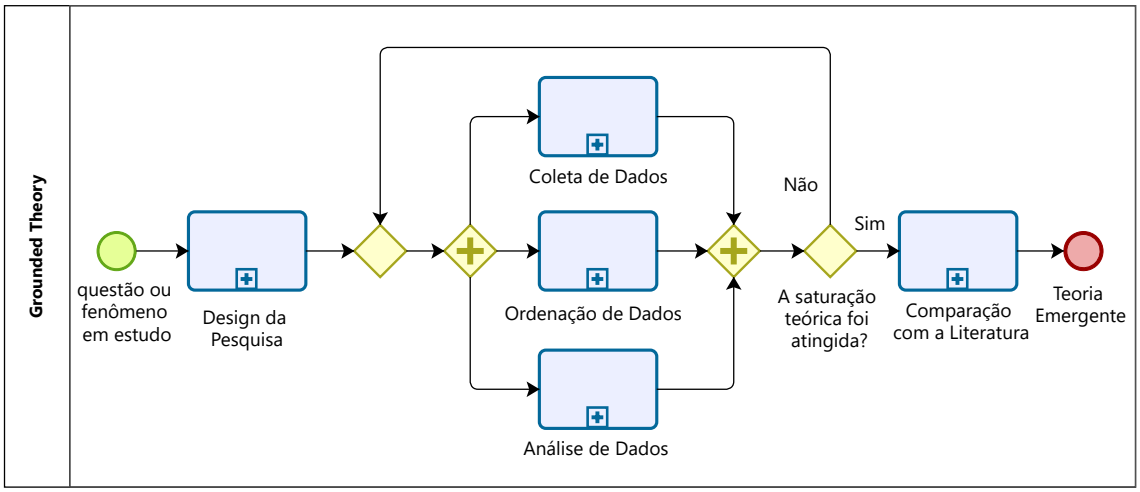

Figura 5.1: Processo da *Grounded Theory*: Análise iterativa para emergir teorias e refinar conceitos

Para desenvolver uma ontologia de referência, cumprem-se somente as duas primeiras fases, enquanto o desenvolvimento de uma ontologia operacional requer a aplicação integral do método (FALBO, 2014). Uma vez que o OE3 descreve a construção de um modelo conceitual de referência para os jogos de guerra, esta abordagem utilizará somente as duas primeiras fases. As atividades da primeira fase serão realizadas na etapa de *Design* da Pesquisa e as atividades da segunda fase serão distribuídas pelas etapas de Coleta, Ordenação e Análise de Dados.

A etapa de *Design* da Pesquisa incluiu identificar o propósito e as intenções de uso que motivaram o desenvolvimento da ontologia, elicitar requisitos funcionais e não funcionais (Subseção 5.1.1), bem como analisar a possibilidade de modularizar a ontologia, considerando a complexidade do domínio e identificar oportunidades de reuso a partir de ontologias já existentes, incluindo aquelas que tratam de temas correlatos, como tomada de decisão, além das ontologias de fundamentação.

A Coleta de Dados foi apoiada por atividades de aquisição de conhecimento, a partir de duas fontes principais: o conhecimento tácito de especialistas no domínio e o conhecimento explícito resultante da revisão da literatura. Os especialistas consultados foram *game designers* da EGN que também participaram da avaliação das ontologias. A revisão da literatura buscou identificar taxonomias, modelos e estudos de caso voltados à estruturação dos jogos de guerra e da tomada de decisão nesse domínio, além de estudos que aplicaram a *Grounded Theory* no *design* (ELG, 2017) e na análise (BRIGHTMAN e DEWEY, 2014; HAGGMAN, 2019) de jogos de guerra. Essa revisão também incluiu literatura cinzenta relevante, dispersa em documentos de fontes militares, o que motivou a busca por artigos, relatórios técnicos, manuais e doutrinas de organizações militares. Na Ordenação de Dados, as publicações foram organizadas cronologicamente e classificadas de acordo com seu

conteúdo, abrangendo características e elementos dos jogos de guerra, tomada de decisão, métodos de arbitragem e análise de eventos.

A Análise de Dados compreendeu atividades voltadas a capturar a conceitualização do domínio com base nos requisitos funcionais. Nessa fase, foram identificados conceitos centrais, categorias e proposições relacionadas ao *design* de jogos de guerra, por meio da codificação de dados (PANDIT, 1996). Também foram estabelecidas relações entre essas categorias para integrá-las e, assim, construir o *framework* teórico para o *design* de jogos de guerra.

Inicialmente, buscou-se identificar as características, elementos e agentes envolvidos no *design* de jogos de guerra e compreender os elementos de um problema de tomada de decisão, explorando o papel das decisões nesse contexto. Modelos conceituais preliminares foram construídos utilizando a UFO (GUIZZARDI, 2006b) para estruturar esses aspectos do domínio dos jogos de guerra e da tomada de decisão. Esses modelos subsidiaram a construção das ontologias que representam as fases do processo de *design* dos jogos de guerra, em particular, as fases de Especificação, *Design*, Execução e Análise, também utilizando a UFO.

As ontologias foram desenvolvidas utilizando a OntoUML (GUIZZARDI *et al.*, 2018a), uma linguagem voltada para ODCM. A preferência pela OntoUML deve-se à sua capacidade de construir ontologias fundamentadas e ao conhecimento prévio de UML (OMG, 2017), uma vez que a OntoUML foi criada como uma extensão dessa linguagem de modelagem padronizada usada em engenharia de software e ciência da computação. As ontologias foram construídas no Visual Paradigm (VISUAL PARADIGM, 2024), que oferece suporte a diagramas de classes UML. Foi adicionado a ele um *plugin* que dá suporte à OntoUML (FONSECA *et al.*, 2021), adiciona estereótipos específicos da OntoUML e verifica a sintaxe das classes e relações. Assim, a modelagem conceitual identificou e organizou conceitos e relações relevantes. Os conceitos foram classificados de acordo com os estereótipos definidos na OntoUML, enquanto as relações entre os conceitos respeitaram as restrições da linguagem.

Por fim, na Comparação com a Literatura, as ontologias foram comparadas com artefatos presentes na literatura para analisar semelhanças, diferenças e destacar suas contribuições. Assim, foram identificadas categorias na literatura para integrar às ontologias, que foram aperfeiçoadas e refinadas em ciclos de coleta e análise de dados, até que cada uma atingisse sua saturação teórica. Nesses ciclos, também foram reunidos termos para criar construtos de jogos de guerra e foram aprimorados os modelos conceituais preliminares.

5.1.3.1 Características dos Jogos de Guerra

Não há um consenso, mesmo entre os especialistas, quanto às classificações aceitas para jogos de guerra (HODICKÝ *et al.*, 2020). Entretanto, a revisão da literatura

revelou que, embora utilizem nomenclaturas distintas, a maioria dos autores e manuais sobre jogos de guerra reconhece um conjunto de características comuns. Assim, essas características foram reunidas até alcançar a saturação teórica em oito principais: *propósito, nível decisório, número de lados, instrumento, limite da informação, formato de condução, progressão do tempo* e *arbitragem*. Essas características são explicadas no Apêndice B.

5.1.3.2 Agentes envolvidos no *design* de Jogos de Guerra

Diferentes agentes participam do processo de *design* de jogos de guerra (OURIQUES *et al.*, 2025), cada um com papéis e responsabilidades específicas para garantir que o jogo cumpra sua finalidade e que as decisões dos jogadores possibilitem atingir os objetivos. O processo tem início com um *patrocinador* apresentando um problema a um *departamento de jogos de guerra*, que avalia se o jogo de guerra é a técnica apropriada para atender a essas necessidades. Se o departamento aceitar a solicitação do patrocinador, designará um *diretor* para o *design* do jogo (OURIQUES *et al.*, 2023). O patrocinador detalhará o problema e seus objetivos, além de definir o escopo, restrições e outros aspectos relacionados ao jogo (ALEMANHA, 2024; PERLA e MARKOWITZ, 2009b).

O diretor do jogo coordena o grupo de *design*, que também inclui *game designers, desenvolvedores, juízes* e *analistas*. Na fase de execução, o diretor controla o relógio e a marcha do tempo, além de garantir que o cenário apresente os desafios aos jogadores. Ele também coordena a análise pós-execução (JONES, 1986).

Os *game designers* definem as características do jogo de guerra, como o nível decisório, o número de lados, a progressão do tempo, arbitragem e as informações que serão disponibilizadas aos jogadores (BURNS *et al.*, 2015). Eles também desenvolvem o cenário, definem os objetivos e as regras, e equilibram as forças, o escopo e o ritmo do jogo (MCCREIGHT, 2013). Além disso, eles devem definir as decisões exigidas aos jogadores para alcançar os objetivos, bem como as mecânicas que traduzem essas decisões em ações (ALEMANHA, 2024). Os *desenvolvedores* implementam as mecânicas necessárias para a execução do jogo e garantem sua jogabilidade (BURNS *et al.*, 2015). Os juízes avaliam as decisões dos jogadores com base em sua experiência e nas regras (WONG, 2016b), determinando os resultados dos engajamentos e das ações (WEUVE *et al.*, 2004). Os *game designers*, juízes e analistas ainda colaboram para desenvolver um banco de dados que forneça informações para auxiliar os jogadores na tomada de decisão e os juízes na arbitragem (REINO UNIDO, 2017).

Na fase de execução, o grupo de *design* pode incluir dois outros papéis: *controladores* e *facilitadores*. Os controladores monitoram as ações dos jogadores e podem ocultar ou modificar informações, induzir atrasos e problemas aos jogadores e man-

ter o jogo dentro do cronograma (PERLA, 1990). Os facilitadores garantem que os jogadores compreendam as regras e o cenário, mantêm os jogadores concentrados ao guiá-los usando as mecânicas do jogo para conquistar os objetivos e informam as intenções dos jogadores ao grupo de *design* (OTAN, 2023). As responsabilidades dos analistas aumentam nessa fase, à medida que avaliam as decisões dos jogadores e analisam suas justificativas (REINO UNIDO, 2017), ideias, percepções e debates (BURNS *et al.*, 2015) por trás dessas decisões. Além disso, os jogos de guerra podem incluir outros agentes com responsabilidades mais especializadas, como *designer* do cenário, gerente de conhecimento (BURNS *et al.*, 2015), gerente de eventos (OTAN, 2023), equipe de apoio (ALEMANHA, 2024), entre outros.

Por fim, os *jogadores* são responsáveis por tomar decisões, definir ações e obter percepções e ideias durante o jogo de guerra para alcançar seus objetivos (WADE, 2018). A Figura 5.2 apresenta um modelo conceitual que resume os relacionamentos entre esses agentes e utiliza a OntoUML para estereotipar as classes e os relacionamentos (GUIZZARDI *et al.*, 2022; SUCHÁNEK, 2018). O Apêndice C fornece as definições de todas as classes presentes no modelo (Tabela C.1).

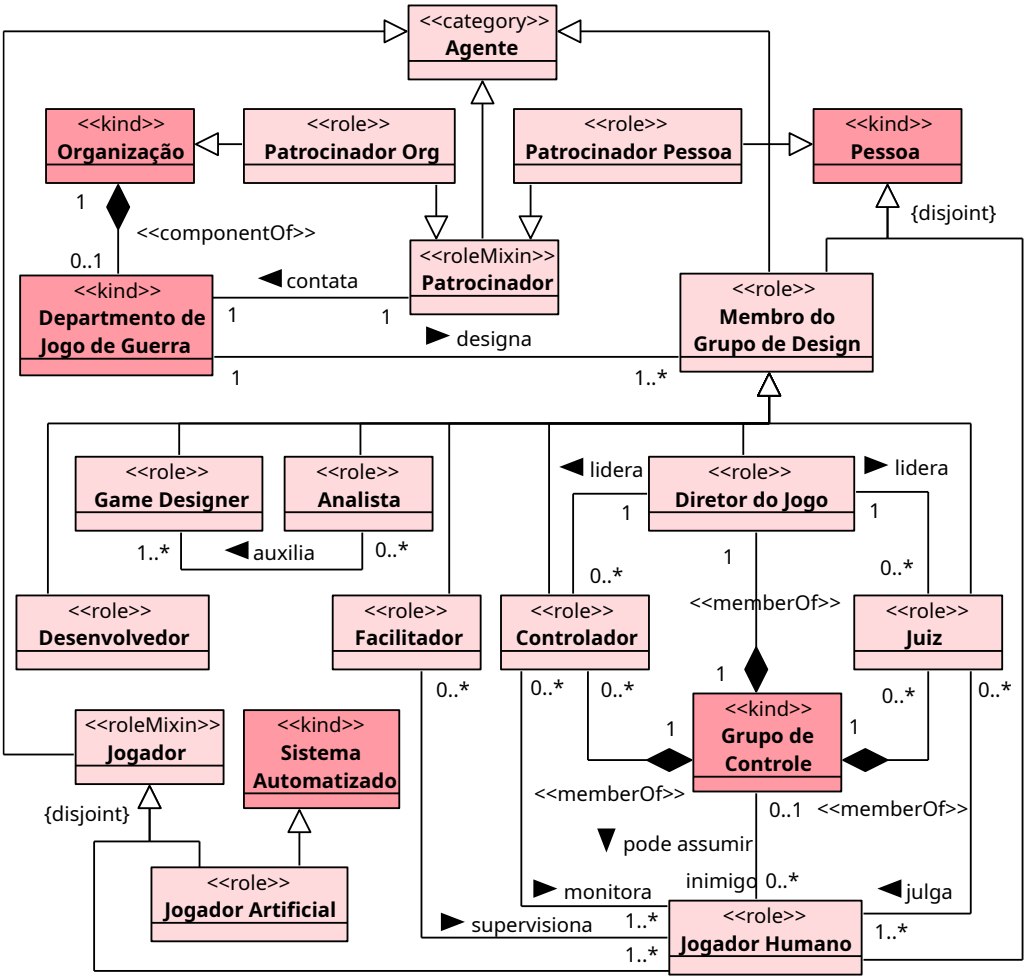

Figura 5.2: Agentes que participam do processo de *design* dos jogos de guerra

Organização, Pessoa e *Sistema Automatizado* são classes *Kind* que fornecem um princípio de identidade para suas instâncias. Um sistema automatizado pode ser um *script*, um conjunto de regras, um algoritmo ou uma IA que controla um jogador. O patrocinador pode ser uma pessoa ou uma organização. Assim, *Patrocinador* é uma classe *RoleMixin* que se especializa em *Patrocinador Pessoa* e *Patrocinador Org*, que são classes *Role* com seus próprios princípios de identidade. As classes *Pessoa* e *Organização* também se especializam respectivamente nas classes *Patrocinador Pessoa* e *Patrocinador Org*, formando uma estrutura padrão de *RoleMixin* com *Patrocinador*.

O *Departamento de Jogos de Guerra* é uma classe *Kind* que representa um setor de uma organização com o qual o patrocinador entra em contato e expõe seu problema. A classe *Pessoa* especializa a classe *Membro do Grupo de Design* do tipo *Role*, que lista outras classes *Role* do pessoal envolvido no *design*, desenvolvimento, teste, execução e análise do jogo de guerra. Assim, *Diretor do Jogo, Game Designer, Desenvolvedor, Analista, Facilitador, Controlador* e *Juiz* representam essas classes *Role*. As classes *Diretor do Jogo, Controlador* e *Juiz* compõem uma classe *Kind*, denominada *Grupo de Controle*, durante a fase de Execução. Este grupo pode assumir o papel do inimigo em jogos de guerra unilaterais (PERLA, 1987).

Diferentemente dos modelos que representam os elementos dos jogos de guerra (Figuras 5.3 e 5.4), este modelo dos agentes (Figura 5.2) oferece uma classificação mais adequada para a classe *Jogador*, definindo-a como um tipo *RoleMixin* que especializa classes do tipo *Role*: *Jogador Humano* e *Jogador Artificial*. A classe *Pessoa* também especializa *Jogador Humano*. Embora os jogos de guerra geralmente descrevam uma sequência de eventos vinculados às decisões dos jogadores humanos, certos tipos de jogos podem ainda atribuir jogadores artificiais para representar oponentes ou até aliados. No entanto, a combinação de agentes humanos e artificiais em jogos de guerra está fora do escopo desta pesquisa. Por fim, *Agente* é uma classe abstrata do tipo *Category* que generaliza as classes *Patrocinador*, *Membro do Grupo de Design* e *Jogador*.

5.1.3.3 Elementos dos Jogos de Guerra

Esta análise dos elementos dos jogos de guerra integrou as visões do BRASIL (2018), OTAN (2023) e alguns de seus países membros, tais como Estados Unidos (BURNS *et al.*, 2015), REINO UNIDO (2017), FRANÇA (2024), ALEMANHA (2024), Polônia (WNOROWSKI, 2022), Noruega (EVENSEN *et al.*, 2019) e Israel (BRAHMS, 2014).

Desde o final dos anos 1980, os estudos de Perla (PERLA, 1987; PERLA e BRANTING, 1986; PERLA e MARKOWITZ, 2009a,b; PERLA e MCGRADY, 2011; PERLA e BARRETT, 1985) têm influenciado significativamente a compreen-

são dos jogos de guerra nos Estados Unidos. Ele propôs sete elementos fundamentais para o *design* de jogos de guerra: *objetivos, jogadores, cenário, regras, banco de dados, modelos* e *análise* (PERLA, 1990).

Todo jogo de guerra deve possuir *objetivos* explícitos e jogáveis. Os patrocinadores, *game designers* e analistas devem especificar como e de que maneira o jogo fornecerá as informações necessárias para tais objetivos serem atingidos (WEUVE *et al.*, 2004).

Os *jogadores* (humanos) são o elemento essencial que diferencia os jogos de guerra de outros métodos, como modelos ou simulações (PERLA, 1990). Cabe aos jogadores decidir as ações durante o jogo de guerra para alcançar seus objetivos (WADE, 2018). Eles podem ser organizados em times, assumindo papéis específicos e bem definidos (WEUVE *et al.*, 2004).

Jogos de guerra inserem os jogadores em um *cenário*, que estabelece a estrutura para a tomada de decisões (WADE, 2018; WEUVE *et al.*, 2004) e descreve as condições iniciais, o desdobramento da situação e os objetivos de cada lado (CAFFREY JR, 2019). Ele também define o contexto geopolítico, delineando fatores políticos, militares, econômicos, sociais, informacionais e de infraestrutura (HODICKÝ *et al.*, 2020). A atualização do cenário durante o jogo atualiza a situação, exigindo que os jogadores tomem decisões (PERLA, 1987).

As *regras* limitam as ações dos jogadores (WEUVE *et al.*, 2004) e determinam a estrutura geral do *design* do jogo: a sequência de turnos e eventos, as ações possíveis que as diferentes unidades podem realizar (WADE, 2018), as restrições de movimento e os resultados dos combates (DUNNIGAN, 2005) — geralmente definidos em gráficos e tabelas (SABIN, 2012) — além de garantir que os jogadores recebam as informações apropriadas durante o jogo (PERLA, 1990). As regras também podem incluir procedimentos que indicam como gerenciar e executar atividades, como montagem, desmontagem e operação de equipamentos, instruções para participantes e atribuição de papéis (MASON, 2012b).

O *banco de dados* fornece informações qualitativas sobre o cenário, incluindo o ambiente físico e as condições meteorológicas, mas também oferece informações quantitativas, como a composição e o posicionamento das forças amigas e inimigas (WEUVE *et al.*, 2004), capacidades logísticas e poder de combate, que incluem armamentos e sensores (HANSON, 2016). Além disso, pode incluir regras, modelos de combate e seus prováveis resultados (JAISWAL, 1997). Os jogadores podem analisar todas essas informações para fundamentar suas decisões.

Os *modelos* descrevem representações lógicas ou físicas de fenômenos, processos, sistemas ou entidades (HANSON, 2016). Eles processam e geram dados antes ou durante o jogo de guerra para apoiar a tomada de decisão. Expressões matemáticas simulam a cinemática, detecção, avaliação de combate, inteligência, comunicações,

logística, entre outros aspectos (PERLA, 1987). Os modelos devem ser simples e jogáveis (SABIN, 2012) e frequentemente utilizam tabelas de consulta e valores probabilísticos (MASON, 2012a) para representar a imposição de danos ou derrotas, os resultados de combate, os efeitos do terreno e do clima, o planejamento logístico e o registro de dados (KAINIKARA, 2003).

Os jogos de guerra devem incluir uma *análise* pós-execução para examinar as decisões dos jogadores, como eles avaliaram suas opções e por que essas decisões levaram a determinadas sequências de eventos no jogo (WEUVE *et al.*, 2004). A análise deve explorar as lacunas entre as expectativas e os resultados das ações dos jogadores (DOWNES-MARTIN, 2013) e identificar quaisquer surpresas ou percepções (MCCREIGHT, 2013). As conclusões da análise ajudam a determinar se o jogo produziu conhecimento válido para as partes interessadas (RUBEL, 2006).

Construiu-se um modelo conceitual (Figura 5.3) que resume as relações entre os sete elementos essenciais dos jogos de guerra, segundo PERLA (1990). O Apêndice C fornece as definições de todas as classes presentes no modelo (Tabela C.2).

Jogador é uma classe *RoleMixin* em conformidade com o modelo da Figura 5.2. O mais adequado seria também representar as classes *Role* que estendem *Jogador* — *Jogador Humano* e *Jogador Artificial* — porém, este modelo apenas propõe representar esses sete elementos dos jogos de guerra, além da classe adicional *Jogo de Guerra* que se refere ao *design* de um jogo.

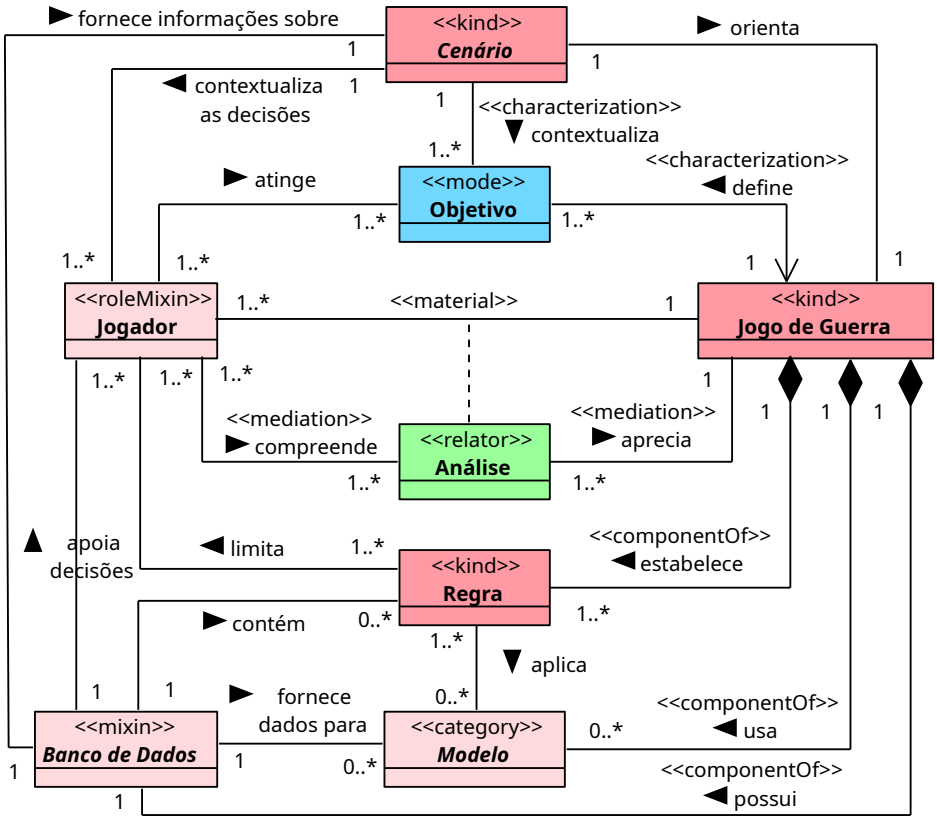

Figura 5.3: Elementos dos jogos de guerra, segundo PERLA (1990).

Jogo de Guerra, *Cenário*, *Regra* são classes *Kind*, pois fornecem um princípio de identidade para suas instâncias. *Modelo* é uma classe *Category* que agrega modelos de cinemática, detecção e avaliação de combate, ou seja, modelos matemáticos que compartilham propriedades semelhantes, como entradas, saídas, variáveis, restrições e regras. *Banco de Dados* é uma classe *Mixin* que reúne dados de diferentes indivíduos, como cenários, regras e outras fontes com princípios de identidade distintos. *Objetivo* é uma classe *Mode*, cuja existência depende do *Cenário*. Por fim, *Análise* representa uma classe *Relator*, formada por uma relação material entre *Jogador* e *Jogo de Guerra*.

O Ministério da Defesa do REINO UNIDO (2017) utiliza elementos semelhantes para descrever os jogos de guerra: *intenção* e *objetivos*, *ambiente* e *cenário*, o *jogador* (e suas *decisões*), *simulação*, *regras*, *procedimentos* e *arbitragem*, *dados* e *fontes de dados*, *pessoal de apoio* e *especialistas*, e *análise*. O ambiente descreve a geografia física do terreno para o cenário. Enquanto outros estudos classificam simulação e arbitragem como elementos dos jogos de guerra, esta pesquisa considera a simulação como uma ferramenta computacional para apoiar o jogo e a arbitragem como uma característica do jogo. A FRANÇA (2024) também sugere elementos semelhantes para o *design* de jogos de guerra: *intenção*, *objetivos*, *ambiente*, *cenário*, *jogadores*, *mecanismos de modelagem*, *regras* e *arbitragem*.

O REINO UNIDO (2017) ainda descreve os jogos de guerra como um processo constituído por eventos dinâmicos, orientados pelas decisões dos jogadores. Nessa visão, os jogos de guerra são centrados nos *jogadores*, nas *decisões* que eles tomam, na *narrativa* que criam, nas *experiências* que compartilham durante o jogo e nas *lições aprendidas*. A partir dessa afirmação, foi desenvolvido um modelo conceitual em UFO-A que representa essa visão, conforme ilustrado na Figura 5.4. O Apêndice C fornece as definições de todas as classes presentes no modelo (Tabela C.3).

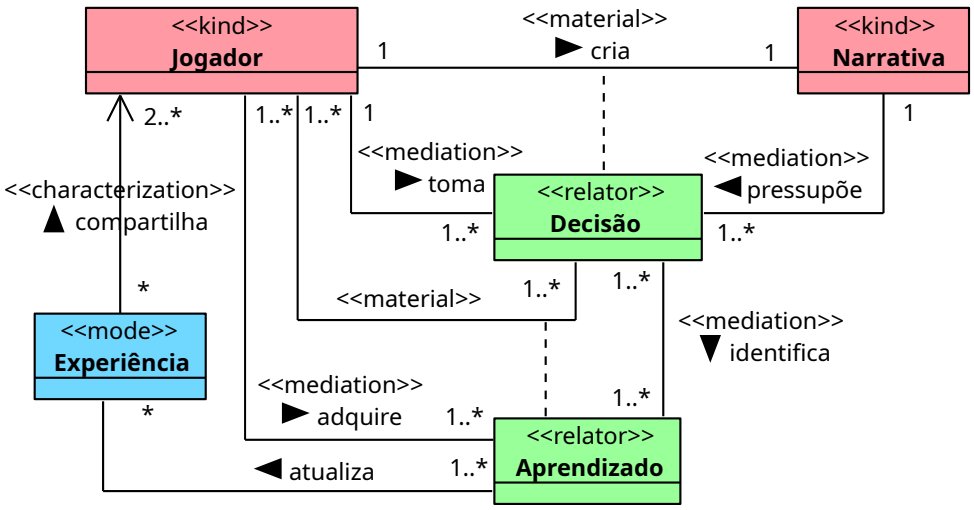

Figura 5.4: Visão dos jogos de guerra como um processo de tomada de decisão

Segundo essa visão, os jogadores orientam uma narrativa única para cada jogo por meio de suas decisões. A classe *Relator* representa a *Decisão*, definida a partir da relação material entre *Jogador* e *Narrativa*. *Jogador* permanece como uma classe *Kind*, enquanto *Narrativa* também é uma classe *Kind*, cuja instância fornece sua identidade. *Experiência* é uma classe *Mode*, que caracteriza *Jogador*. *Aprendizado* é outra classe *Relator*, relacionando *Jogador* e *Decisão*. Os jogadores tiram lições de cada jogo de guerra, enriquecendo sua experiência. Um bom jogo de guerra é uma narrativa dinâmica que pode proporcionar um aprendizado mais significativo do que uma aula expositiva ou a leitura de um livro (GOEHRING, 2003).

5.1.3.4 Elementos da Tomada de Decisão

A tomada de decisão é o processo de selecionar uma escolha lógica entre as opções disponíveis (GÓMEZ *et al.*, 2017). A Subseção 2.3.4 explicou que a tomada de decisão envolve identificar o problema de decisão ou objetivo, reunir informações e dados relevantes, identificar e avaliar possíveis alternativas, escolher a melhor alternativa e criar um plano para executar a decisão. Este ciclo da pesquisa analisou os elementos da tomada de decisão para incorporá-los no domínio de jogos de guerra, a fim de registrar as decisões e, assim, aprimorar a efetividade do aprendizado. A Figura 5.5 apresenta um modelo conceitual que estrutura os elementos de um problema de decisão e seus relacionamentos, representando a tomada de decisão como um evento nesse processo. O Apêndice C fornece as definições de todas as classes presentes no modelo (Tabela C.4).

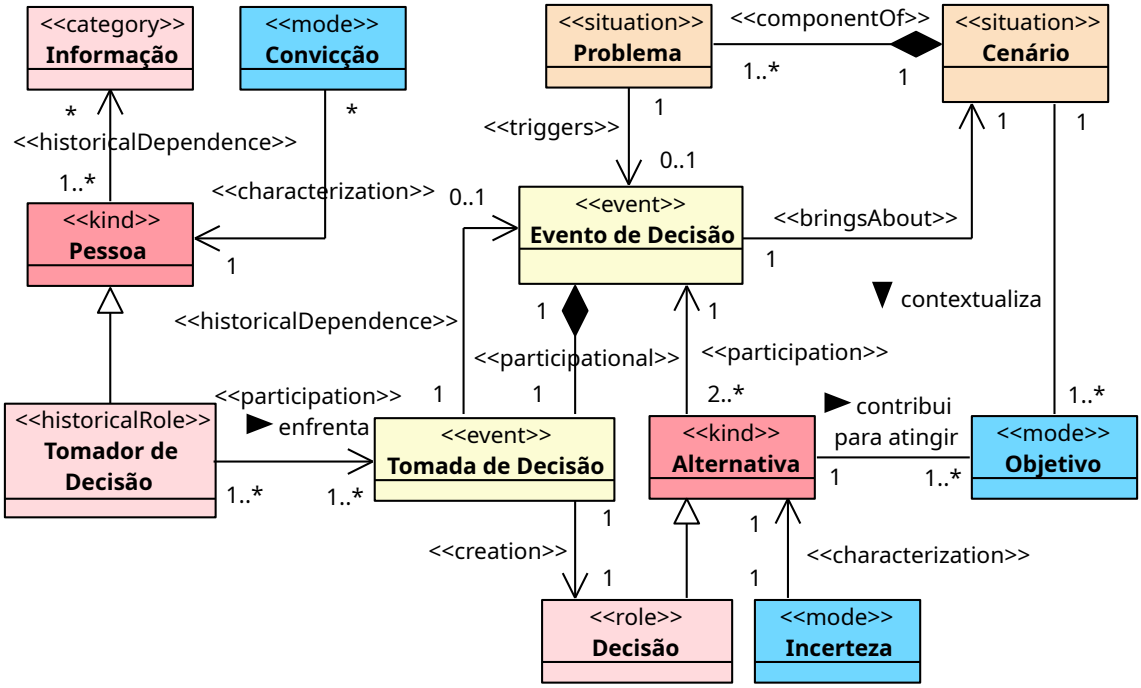

Figura 5.5: Elementos de um problema de tomada de decisão

Problema é uma classe *Situation* que descreve um problema de decisão e resulta em um *Evento de Decisão*, definido como uma classe *Event*. *Objetivo* é uma classe *Mode* que representa os objetivos que uma alternativa ajuda a alcançar em um determinado contexto. *Cenário* é uma classe *Situation* que representa esse contexto ou um conjunto de condições sob as quais uma decisão deve ser tomada em um problema de decisão. Ele também é comumente referido como a situação inicial (PERLA, 1990) ou como a descrição de uma possível situação futura que pode afetar os resultados da decisão (ALEXANDER e MAIDEN, 2004).

Tomada de Decisão é outra classe *Evento*, indicando que a pessoa está diante de um evento que exige uma decisão. Cada *Tomada de Decisão* atualiza o cenário e pode levar a outro *Evento de Decisão*. *Pessoa* é uma classe *Kind* que se especializa na classe *Tomador de Decisão*, definida como um *HistoricalRole* para aqueles que participam do evento de tomada de decisão. *Informação* é uma classe *Category* que representa as informações disponíveis para a pessoa tomar uma decisão, enquanto *Convicção* é uma classe *Mode* que caracteriza o julgamento subjetivo de uma pessoa.

Alternativa é uma classe *Kind* que descreve as opções disponíveis para um evento de decisão, e cada uma expressa sua contribuição para alcançar os objetivos. *Incerteza* é uma classe *Mode* que representa a imprevisibilidade sobre os resultados possíveis que uma alternativa produzirá. Embora *Decisão* tenha sido representada como uma classe *Relator* no modelo conceitual da Figura 5.4 para caracterizar a tomada de decisão, neste modelo da Figura 5.5, ela é uma classe *Role*, que define a alternativa escolhida em um evento de tomada de decisão. A cardinalidade indica que um problema de decisão exige pelo menos duas alternativas, mas o evento de tomada de decisão resulta em apenas uma escolha.

5.1.4 Demonstração dos Artefatos

Os artefatos construídos neste ciclo são construtos que representam um glossário de termos de jogos de guerra, incluindo conceitos, características, elementos e agentes; e, principalmente, modelos ontológicos que descrevem o domínio dos jogos de guerra. Essas ontologias também foram construídas em UFO e utilizam a notação OntoUML para estereotipar classes e relacionamentos (GUIZZARDI *et al.*, 2022; SUCHÁNEK, 2018).

5.1.4.1 Construtos dos Jogos de Guerra

Os primeiros artefatos apresentados neste ciclo são os elementos conceituais (construtos) de jogos de guerra. Eles são resultados da documentação do processo de desenvolvimento das ontologias e formalizam uma especificação das ontologias de referência do domínio.

Todas as classes contidas nas ontologias do processo de *design* de jogos de guerra presentes nessa Subseção 5.1.4 estão definidas no Apêndice C. Assim, as tabelas deste apêndice representam construtos, ou seja, um glossário de termos de jogos de guerra, que descrevem elementos, características, agentes e eventos deste domínio. Além disso, o Apêndice B que descreve as características dos jogos de guerra complementa esse construto.

5.1.4.2 Características dos Jogos de Guerra

A ontologia que define as características do *design* dos jogos de guerra inclui as oito características fundamentais apresentadas na Seção 5.1.3.1: *propósito, nível decisório, número de lados, instrumento, limite da informação, formato de condução, progressão do tempo* e *arbitragem*. Ela ainda incorpora conceitos da Teoria dos Jogos (FIANI, 2015), que fornecem uma base formal para compreender a tomada de decisão estratégica em ambientes competitivos que envolvem jogadores racionais (NARAHARI, 2013). Especificamente, a ontologia integrou as seguintes classificações de jogos: *simétricos* e *assimétricos*, jogos de *soma zero* e *soma não zero*, bem como jogos *simultâneos* ou *sequenciais* de *informação imperfeita, perfeita* e *completa*. Embora a Teoria dos Jogos ofereça uma variedade maior de classificações (NARAHARI, 2013; PRISNER, 2014), foram selecionadas apenas aquelas consideradas apropriadas para o *design* de jogos de guerra. Também foi incluída a *duração do jogo* como uma característica adicional, conforme sugerido em processos de *design* descritos nos manuais de jogos de guerra (ALEMANHA, 2024; WNOROWSKI, 2022).

A Figura 5.6 apresenta a ontologia das características do *design* de jogos de guerra, enquanto o Apêndice C fornece as definições de todas as classes desta ontologia (Tabelas C.5 e C.6). A classe *Design de Jogo de Guerra* ocupa a posição central no modelo, e suas características estão organizadas ao redor. Ela é uma classe *Kind* que fornece um princípio de identidade para suas instâncias (GUIZZARDI *et al.*, 2022). A maioria das características são classes dependentes dos tipos *Mode* ou *Quality*. Também foi definida a classe *Instrumento* do tipo *Category* para representar as ferramentas utilizadas no *design* do jogo, que se especializa em três classes *Kind*: *Manual*, *Assistido por Computador* e *Computadorizado*.

Cada classe *Mode* ou *Quality* ainda se especializa em classes *Subkind*, que efetivamente caracterizam o design do jogo de guerra. A maioria das especializações é *disjunta* (*disjoint*), o que significa que uma instância pode pertencer a apenas uma subclasse por vez (GUIZZARDI e GUIZZARDI, 2010). A Figura 5.6 posiciona as classes relacionadas próximas umas das outras. Recomenda-se examinar as características a partir da classe *Propósito*, seguindo no sentido horário até a classe *Limite da Informação*.

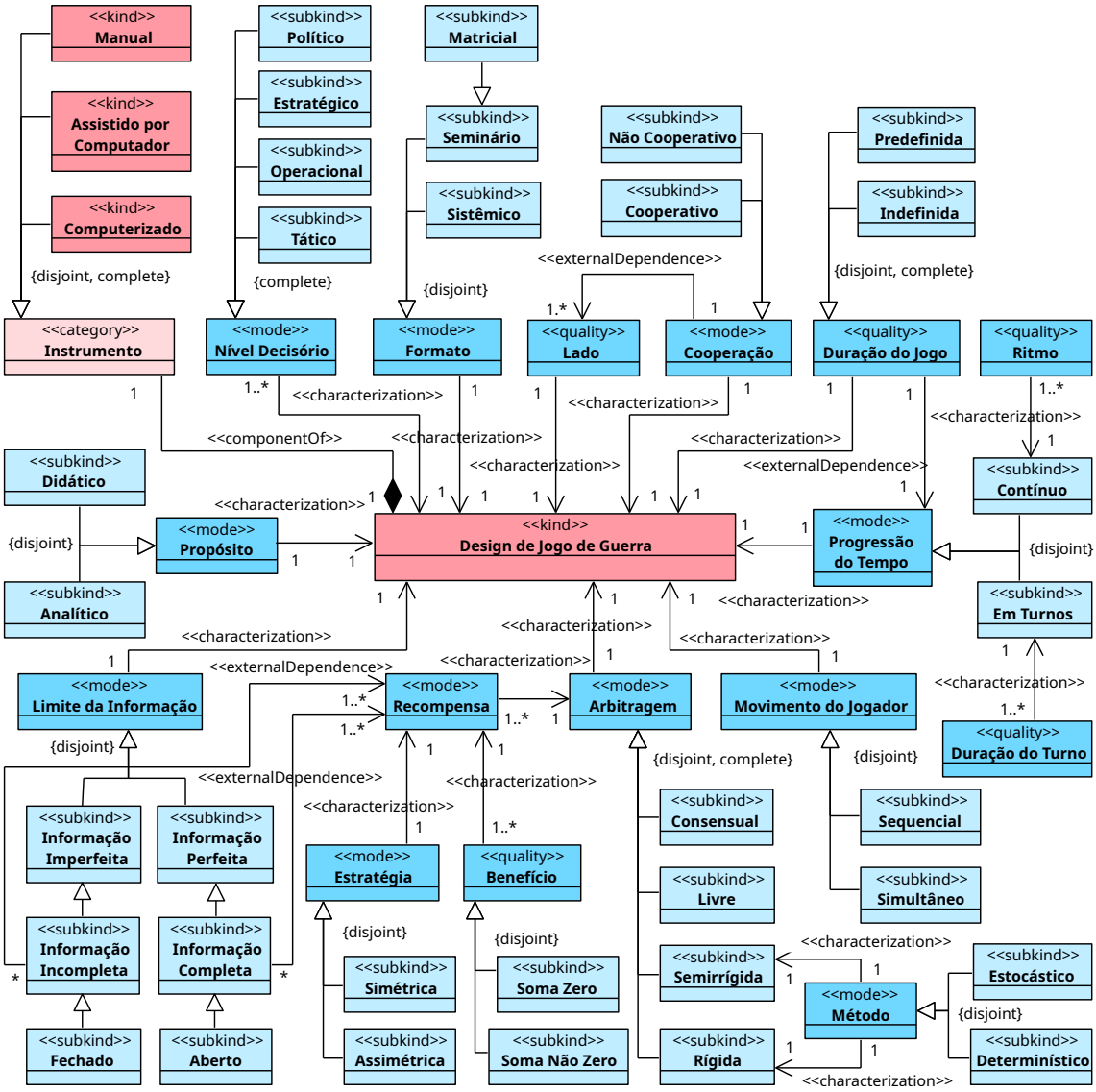

Figura 5.6: Características dos jogos de guerra

A classe *Propósito* especializa-se nas classes *Didático* e *Analítico*. Há manuais de jogos de guerra que definem os propósitos considerando a atividade que o jogo de guerra apoia, como treinamento (REINO UNIDO, 2017), experimental (FRANÇA, 2024), educacional, pesquisa (WNOROWSKI, 2022), planejamento e visualização (OTAN, 2023). No entanto, todos esses termos se concentram na análise das decisões dos jogadores, como nos jogos didáticos, e na produção de conhecimento para a tomada de decisão, como nos jogos analíticos.

A classe *Nível Decisório* especializa-se nas classes *Político*, *Estratégico*, *Operacional* e *Tático*, que descrevem o escopo ou o grau de abstração do *design* do jogo de guerra. Apenas essa característica pode pertencer a múltiplas subclasses simultaneamente, pois os *designs* de jogos de guerra podem incorporar múltiplos níveis de decisão. No entanto, tais combinações são incomuns devido aos desafios enfrentados por esses *designs*. Esse assunto é explorado com mais profundidade no Capítulo 6.

A classe *Formato*, por sua vez, especializa-se nas classes *Sistêmico* e *Seminário*, esta última ainda se especializa na classe *Matricial*, que representa um jogo mais estruturado, porém com regras simples (FRANÇA, 2024).

Lado é uma classe *Quality* que indica o número de participantes em um *design* de jogo de guerra. Um, dois ou mais jogadores ou times podem participar de um jogo de guerra, definindo jogos unilaterais, bilaterais e multilaterais. A classe *Cooperação* se especializa nas classes *Cooperativo* e *Não Cooperativo*. Essa característica, inspirada na Teoria dos Jogos, descreve jogos nos quais jogadores ou equipes cooperam negociando e coordenando suas escolhas antes de tomar uma decisão ou, pelo contrário, escolhem uma estratégia sem participar os outros jogadores (LUCAS e SIDDIQUI, 2013). Assim, relacionam-se as classes *Lado* e *Cooperação*. Jogos unilaterais e bilaterais são não cooperativos, já que os unilaterais envolvem um único lado contra um grupo de controle ou o sistema do jogo, e os bilaterais envolvem dois lados oponentes. Em contrapartida, jogos multilaterais podem ser cooperativos, pois os lados podem formar alianças. Neste caso, *game designers* podem criar jogos híbridos (SCHELL, 2008) que combinam elementos cooperativos e não cooperativos.

A duração do jogo, a progressão do tempo e os movimentos dos jogadores estão relacionados à mecânica do tempo. A classe *Duração do Jogo* define a extensão temporal da partida e se especializa nas classes *Predefinida* ou *Indefinida*. O gerenciamento da duração do jogo envolve a desafiadora tarefa para equilibrar ou balancear o jogo. Assim, os *game designers* buscam esse equilíbrio por meio de um processo de *design* iterativo e evolutivo baseado em um aprendizado contínuo (OURIQUES *et al.*, 2024). Os principais fatores que determinam a duração do jogo, ou seja, quando ele termina, são as condições de vitória e derrota (SCHELL, 2008). Há diversas formas de atingir essas condições, como alcançar objetivos, obter pontos de vitória, eliminar jogadores ou exaurir recursos. Um jogo também pode terminar após uma quantidade predefinida de turnos ou eventos, ou após transcorrer um período de tempo pré-estabelecido (ENGELSTEIN e SHALEV, 2022). O patrocinador pode predefinir a duração do jogo com base em suas expectativas de obter resultados a partir da execução do jogo, enquanto o diretor e os *game designers* também podem defini-la de acordo com sua experiência, estimando quanto tempo levaria para alcançar os objetivos. Neste caso, a duração será condicionada a este alcance, permanecendo indefinida.

A classe *Progressão do Tempo* se especializa nas classes *Em Turnos* e *Contínuo*. O tempo avança discretamente nos jogos baseados em turnos, sendo que a duração dos turnos pode variar, enquanto o tempo progride sem interrupções nos jogos contínuos, permitindo ao diretor acelerar ou reduzir a marcha do tempo (ritmo). A classe *Movimento do Jogador* se especializa nas classes *Sequencial* e *Simultâneo*. Assim, os jogadores definem suas ações seguindo uma ordem temporal ou simultaneamente

(NARAHARI, 2013).

A classe *Arbitragem* se especializa nas classes *Livre*, *Rígido*, *Semirrígido* e *Consensual*. A experiência dos juízes e dos jogadores influenciam os julgamentos, respectivamente, nas arbitragens livres e consensuais. Métodos estocásticos ou determinísticos caracterizam as regras nas arbitragens semirrígidas e rígidas. Cada julgamento resulta em recompensas (*payoffs*) para os jogadores. Assim, *Recompensa* é uma classe *Mode* que depende de *Julgamento*. Dois conceitos da Teoria dos Jogos definem as recompensas: a estratégia e o benefício do jogador. *Estratégia* é uma classe *Mode* que se especializa nas classes *Simétrica* e *Assimétrica*. Em jogos simétricos, as recompensas dependem apenas das estratégias, independentemente dos jogadores que as utilizam. Em contrapartida, nos jogos assimétricos, as recompensas dependem tanto das estratégias quanto dos jogadores (PRISNER, 2014). *Benefício do Jogador* é uma classe *Quality* que se especializa nas classes *Soma Zero* e *Soma Não Zero*. Em jogos de soma zero, a soma das recompensas dos jogadores é sempre zero para cada julgamento. Por outro lado, em jogos de soma não zero, a soma das recompensas dos jogadores é sempre diferente de zero (PRISNER, 2014).

Por fim, os *game designers* e os controladores determinam as informações que serão disponibilizadas aos jogadores. A classe *Limite da Informação* se especializa em três níveis referentes aos conceitos de jogos de guerra e da Teoria dos Jogos. O primeiro nível compreende as classes *Informação Perfeita* e *Informação Imperfeita*. Em jogos com informação perfeita, cada jogador conhece os movimentos passados de todos os outros jogadores, enquanto em jogos com informação imperfeita, ao menos um jogador não conhece todo o histórico de movimentos na partida (NARAHARI, 2013). O segundo nível contém as classes *Informação Completa* e *Informação Incompleta*, que também dependem da classe *Recompensa*. Em jogos com informação completa, todos os aspectos do jogo são de conhecimento comum, incluindo todos os movimentos possíveis em cada posição e as recompensas para cada resultado (PRISNER, 2014). Por outro lado, em jogos com informação incompleta, alguns jogadores possuem informações exclusivas sobre o jogo, das quais os demais jogadores não têm conhecimento (NARAHARI, 2013). O nível inferior refere-se à classificação tradicional dos jogos de guerra com base nas informações disponíveis. Em jogos abertos, os jogadores conhecem informações sobre as unidades oponentes e suas posições. Em contrapartida, nos jogos fechados, os jogadores têm inicialmente apenas informações sobre suas próprias unidades e precisam empregar recursos de detecção ou inteligência para descobrir as posições e detalhes das unidades oponentes.

5.1.4.3 Processo de *Design* de Jogos de Guerra

O estudo dos processos de *design* de jogos de guerra analisou manuais de jogos de guerra do BRASIL (2018), Estados Unidos (BURNS *et al.*, 2015; MARKLEY

et al., 2015), REINO UNIDO (2017), FRANÇA (2024), ALEMANHA (2024), Polônia (WNOROWSKI, 2022) e OTAN (2023). Esses processos variam sutilmente quanto ao número de fases, sendo comum utilizarem diferentes nomenclaturas para fases com atividades semelhantes (OTAN, 2023). A Tabela 5.1 lista as fases dos processos descritos nesses manuais.

Tabela 5.1: Fases dos processos de *design* de jogos de guerra dos manuais militares

Fonte	**Sequência de Fases**
Alemanha	Planejamento, Desenvolvimento, Execução, Análise
Brasil	Especificação, Montagem, Teste e Validação, Planejamento, Execução, Análise
França	Iniciação, Design, Desenvolvimento, Execução, Análise
Estados Unidos (Marinha)	Designação de Tarefas, *Design*, Desenvolvimento, Testes, Ensaio, Execução, Análise, Arquivamento.
Estados Unidos (Exército)	Definição, Planejamento do Suporte, *Design*, Desenvolvimento, Ensaio, Execução, Comunicação dos Resultados
OTAN	*Design*, Desenvolvimento, Execução, Análise
Polônia	Comissionamento, *Design*, Preparação, Teste, Ensaio Execução do Jogo, Análise, Arquivamento
Reino Unido	*Design*, Desenvolvimento, Execução, Validação, Refinamento

A Figura 5.7 apresenta uma ontologia do processo de *design* de jogo de guerra, enquanto o Apêndice C fornece as definições de todas as classes desta ontologia (Tabela C.7). Todas as entidades desse modelo são classes *Event*. A classe *Processo de Design de Jogo de Guerra* representa o processo principal, que é estruturalmente decomposto em fases. Cada fase é um evento delimitado no tempo.

Foi definida uma classe pai *Fase* do tipo *Event* para capturar os limites temporais das fases do processo, inspirada no modelo para processos de teste de software proposto por ALMEIDA *et al.* (2019). Esta classe possui dois atributos — *data início* e *data fim* — que foram estereotipados, respectivamente, como *begin* e *end*. Os relacionamentos de generalização entre esta classe pai e as classes das fases foram traçados com um contorno mais fino para diferenciá-las dos relacionamentos temporais entre as fases.

Relacionamentos *participational* indicam as fases que compõem o processo, enquanto os relacionamentos *historicalDependence* definem a dependência temporal entre as fases. As cardinalidades desses relacionamentos indicam que algumas fases são opcionais e que o processo pode instanciar uma fase múltiplas vezes, porém cada fase avança para uma única fase subsequente.

O processo tem início na fase de *Especificação*, quando um patrocinador entra em

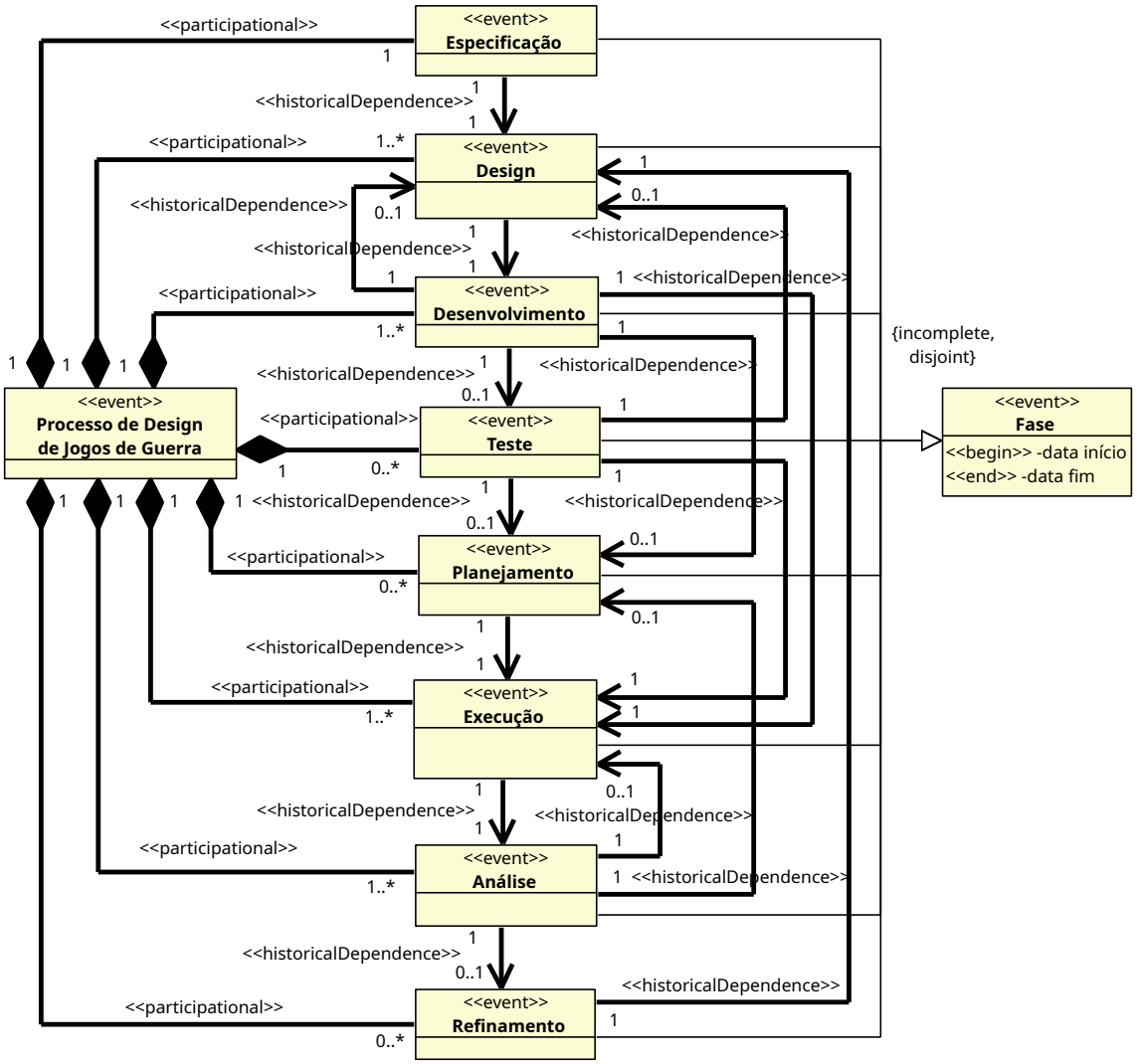

Figura 5.7: Processo de *design* dos jogos de guerra

contato com o departamento de jogos de guerra de uma organização para explicar seu problema e objetivos de aprendizado. Se o departamento aceitar a solicitação do patrocinador, o processo avança para a fase de *Design*, em que são definidos o propósito, objetivos, cenário, ambiente, regras e unidades de combate para cada lado, bem como suas características, incluindo o nível decisório, formato, número de lados, método de arbitragem e fluxo de informações (BURNS *et al.*, 2015).

Na fase de *Desenvolvimento*, os desenvolvedores implementam o artefato do jogo de guerra com base no *design*, garantindo sua jogabilidade e a capacidade de atingir os objetivos (BURNS *et al.*, 2015). Na fase *Teste*, os *game designers* e especialistas jogam uma versão simplificada do jogo para avaliar se as mecânicas, as informações disponíveis e o tempo estimado permitem que os jogadores alcancem os objetivos (BRASIL, 2018). Nesta fase, os juízes também podem testar e praticar os procedimentos de arbitragem. O processo pode retornar à fase de *Design* a partir das fases de *Desenvolvimento* e *Teste*, já que os *game designers* avaliam o *feedback* do

desenvolvimento e os resultados dos testes para aprimorar o *design* do jogo (BURNS *et al.*, 2015). Esses ciclos de iteração entre as fases iniciais do *design* são esperados para aprimorar o artefato. Analogamente, os métodos que implementam a DSR (DRESCH *et al.*, 2015) seguem uma abordagem cíclica e iterativa para compreensão do problema, desenvolvimento e avaliação da solução. Essa abordagem facilita a melhoria contínua e o aperfeiçoamento dos artefatos em desenvolvimento.

Uma vez que o processo avance para as fases de *Planejamento* ou *Execução*, ele não deve retornar à fase de *Design*, a menos que um evento inesperado comprometa a execução do jogo (BURNS *et al.*, 2015). Na fase de *Planejamento*, os jogadores elaboram um plano seguindo uma doutrina específica ou um conjunto de regras. Essa fase, entretanto, não é obrigatória e, portanto, pode não estar prevista no jogo. Durante a fase de *Execução*, os jogadores testam um plano com propósito analítico para gerar conhecimento ou tomam decisões com propósito didático para alcançar os objetivos do jogo.

A fase de *Análise* organiza, revisa e consolida os dados coletados durante a fase de *Execução*, bem como avalia se as decisões dos jogadores contribuíram para alcançar os objetivos e apresenta os resultados do jogo e as lições aprendidas ao patrocinador (BURNS *et al.*, 2015). Após a análise, o processo pode retornar às fases de *Planejamento* ou *Execução* para realizar outros jogos ou seguir para a fase de *Refinamento*, visando melhorar o *design* do jogo, incorporando as lições aprendidas (BRASIL, 2018). Assim, o processo inicia um novo ciclo, partindo da fase de *Design*.

Essa ontologia reflete os casos em que o departamento de jogos de guerra aceita a solicitação do patrocinador, o que explica a relação *um-para-um* entre as classes das fases de *Especificação* e *Design*. Se este modelo também representasse os casos em que o departamento rejeita a solicitação, o processo se encerraria na primeira fase. Consequentemente, a relação entre as fases de *Especificação* e *Design* seria *um-para-zero-ou-um*, e os relacionamentos *participational* poderiam variar de *um-para-zero-ou-um* a *um-para-zero-ou-muitos*. Desta forma, o modelo perderia a capacidade de demonstrar que as fases de *Teste, Planejamento* e *Refinamento* não são obrigatórias. As ontologias desenvolvidas a seguir detalham as fases desse processo.

No entanto, uma ontologia realmente não se mostrou ser o modelo mais adequado para representar o processo de *design* de um jogo de guerra, uma vez que a notação não dispõe de recursos para ilustrar as condições e os fluxos alternativos ao longo do processo. Diante dessa limitação, também foi confeccionada uma modelagem deste processo no formato BPMN (OMG, 2014) para oferecer uma visão mais detalhada dos possíveis fluxos ao longo das fases do processo.

A Figura 5.8 descreve esse processo desde o contato inicial de um patrocinador com um Departamento de Jogos de Guerra. Se a análise do problema julgar que um jogo de guerra é uma solução para o problema, seguem-se as fases do processo de

design da Especificação até a Análise ou Refinamento; caso contrário, as tratativas são encerradas. Um *design* pode ser ajustado após as fases de Desenvolvimento, Teste e Refinamento. Se um *design* já estiver pronto, é possível iniciar um jogo a partir da fase de Execução ou Planejamento (caso o jogo inclua testar um plano) até a Análise. Outros jogos também poderão ser conduzidos utilizando esse mesmo *design*.

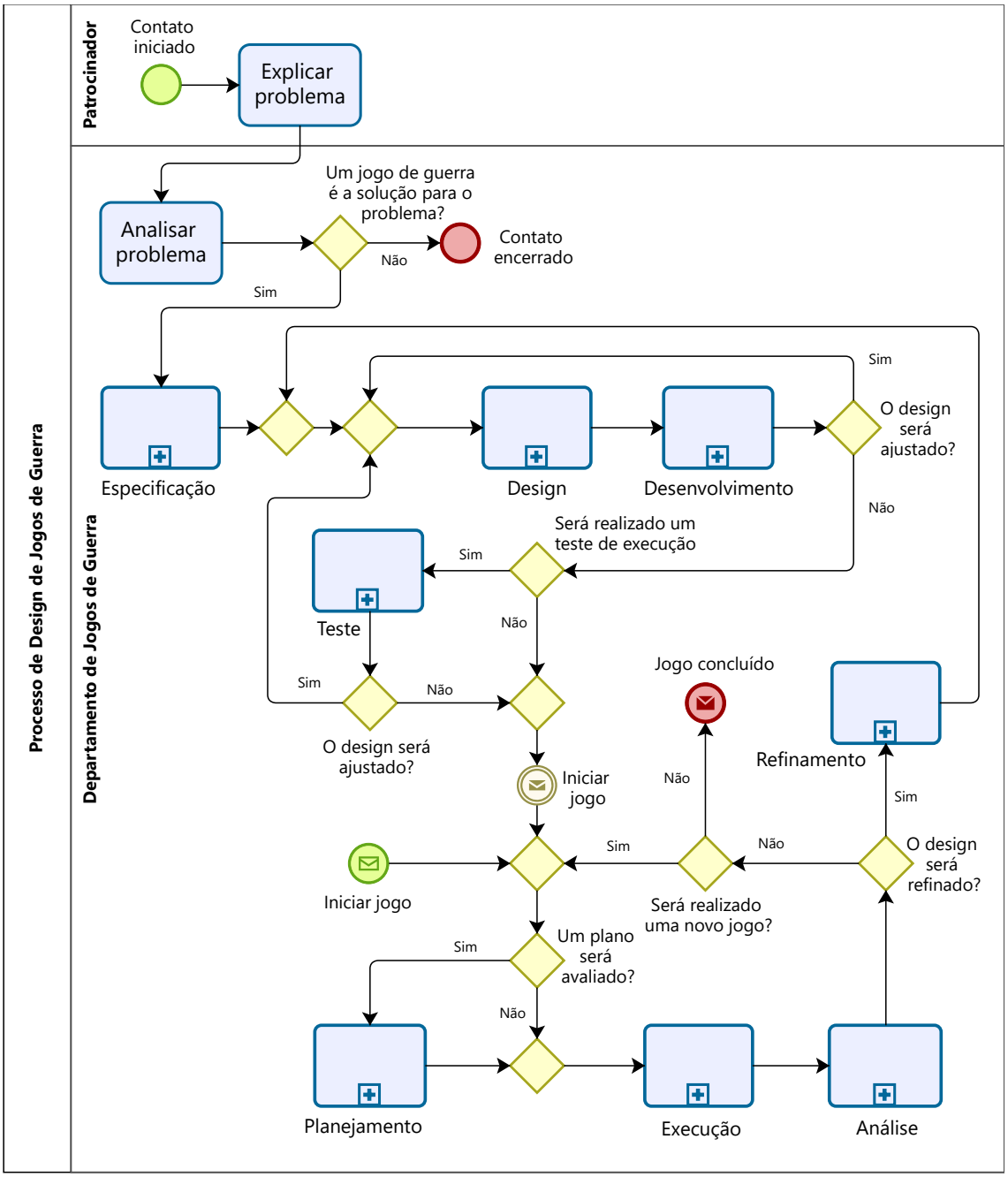

Figura 5.8: Modelagem do processo de *design* dos jogos de guerra

5.1.4.4 Fase de Especificação de Jogos de Guerra

A fase de *Especificação* tem início quando um patrocinador descreve um problema para um departamento de jogos de guerra, que avalia se o jogo de guerra é a técnica apropriada para abordá-lo. Caso o departamento aceite a demanda, ele designará um diretor para conduzir o *design* do jogo. Em seguida, o patrocinador detalha o problema e pode predefinir a duração com base em suas expectativas quanto a obtenção dos resultados da análise (ALEMANHA, 2024; FRANÇA, 2024). O diretor, então, elabora o cronograma (BURNS *et al.*, 2015) e compõe o grupo de *design*, selecionando *game designers*, juízes e analistas. Essa fase inclui a formulação do problema, a definição do escopo, a revisão da literatura e o conceito inicial do *design*. A Figura 5.9 apresenta uma ontologia da fase de Especificação, estruturando os agentes, elementos e características de um jogo de guerra e suas relações, enquanto a Tabela C.8 define todas as classes desse modelo ontológico.

O patrocinador, o diretor e o grupo de *design* participam de uma reunião para abordar o problema, discutir o escopo — incluindo o enunciado do jogo, a finalidade, os objetivos e os resultados desejados — e identificar as questões de pesquisa com base nesses objetivos (MARKLEY *et al.*, 2015). Caso o patrocinador não explique o problema com clareza, pode ser necessário realizar outras reuniões para garantir que o *design* do jogo atenda às suas necessidades. Além disso, o problema pode descrever uma situação complexa que uma única reunião não seria suficiente. O patrocinador também sugere limitações e restrições ao escopo, como regras de combate e movimento, limites no ambiente e níveis de prontidão das forças. Enquanto isso, o grupo de *design* estabelece premissas sobre a disponibilidade de dados, modelos e instalações para acomodar os participantes (ALEMANHA, 2024). Contudo, essas premissas devem ser confirmadas com o patrocinador o quanto antes, a fim de verificar se representam fatos (OTAN, 2023). O grupo de *design* também realiza uma revisão da literatura relacionada ao problema, examinando publicações relevantes, doutrinas e documentos que ajudam a orientar o patrocinador e refinar o escopo (BURNS *et al.*, 2015).

A fase de Especificação se encerra com a elaboração de um conceito inicial para a fase de *Design*, esclarecendo a intenção (finalidade) do patrocinador e definindo objetivos concretos (ALEMANHA, 2024). O diretor e o patrocinador definem a duração do jogo, enquanto o diretor estabelece o cronograma (BURNS *et al.*, 2015). Essa fase não inclui definir modelos e todas as regras do jogo (FRANÇA, 2024), porém o grupo de *design* elabora um esboço do cenário e do ambiente, além de estimar as unidades das forças (OTAN, 2023; REINO UNIDO, 2017).

A explicação do modelo começa pelo *Problema*, que é uma classe *Mode* que descreve a demanda apresentada pelo patrocinador. *Problema* e *Departamento de*

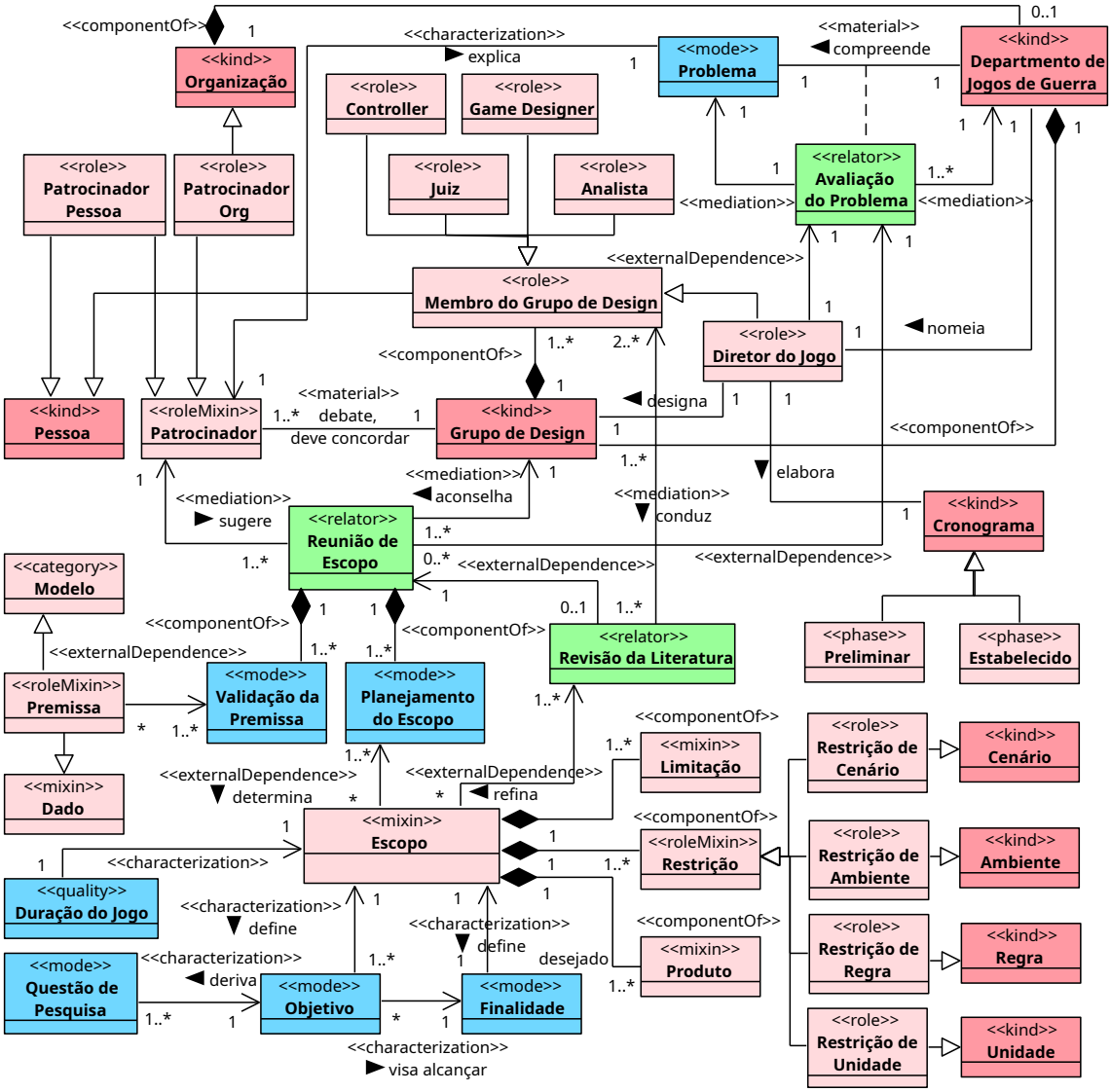

Figura 5.9: Fase de Especificação de um jogo de guerra

Jogos de Guerra mediam uma classe *Avaliação do Problema* do tipo *Relator* que avalia se um jogo de guerra pode solucionar o problema. *Cronograma* é uma classe *Kind* que se especializa em duas classes *Phase*: *Preliminar* e *Estabelecido*. Essas fases indicam que o diretor elabora um cronograma preliminar antes das reuniões de definição do escopo e o refina até que o cronograma final seja estabelecido, servindo então como guia para o processo.

As classes *Patrocinador* e *Grupo de Design* mediam outra classe do tipo *Relator* — *Reunião de Escopo* — para discutir o escopo do *design* do jogo de guerra. *Planejamento do Escopo* e *Validação de Premissas* são classes *Mode* que representam reuniões relacionadas ao escopo e às premissas, respectivamente. *Revisão de Literatura* é outra classe *Relator* que contribui para que o grupo de design tenha conhecimento dos tópicos abordados no game design, incluindo objetivos, cenário, ambiente e regras.

Premissa é uma classe *RoleMixin*, enquanto Escopo é uma classe *Mixin*. Ambas lidam com conceitos abstratos e identificam outras classes relacionadas. Duas classes generalizam a classe *Premissa*: *Modelo* do tipo *Category* e *Dado* do tipo *Mixin*. *Escopo* é caracterizado pelas classes *Objetivo* e *Finalidade* do tipo *Mode* e pela classe *Duração do Jogo* do tipo *Qualidade*. Além disso, a *Questão de Pesquisa* é uma classe *Mode* que auxilia com a definição da classe *Objetivo*.

A classe *Escopo* ainda é composta pelas classes *Limitação* e *Produto* do tipo *Mixin* e pela a classe *Restrição* do tipo *RoleMixin*. A classe *Restrição* se especializa em quatro classes *Role*, cada uma também sendo uma especialização de uma classe *Kind*: *Cenário, Ambiente, Regra* e *Unidade*. Essas restrições incluem limites geográficos, níveis de prontidão das forças e regras de combate ou engajamento. A estrutura das classes *RoleMixin*, *Role* e *Kind* que definem as restrições segue o mesmo padrão adotado para representar o patrocinador nesse mesmo modelo e naquele que relaciona os agentes (Figura 5.2). Por fim, as classes *Modelo, Cenário, Regra* e *Objetivo* referem-se aos elementos do jogo de guerra da Figura 5.3 e a classe *Duração do Jogo* corresponde à característica definida na Figura 5.6.

Também foi desenvolvida uma ontologia para destacar os eventos ocorridos na fase de *Especificação*, ilustrada na Figura 5.10, para representar a perspectiva temporal dos eventos. O Apêndice C também fornece as definições de todas as classes desta ontologia (Tabela C.8). Os estereótipos das classes do tipo *Role* e *RoleMixin* foram alterados para *HistoricalRole* e *HistoricalRoleMixin*, respectivamente, alinhando-os à notação da UFO-B que aponta que esses papéis são instanciados ao participarem desses eventos. *Relators* geralmente são fundamentados em eventos (GUIZZARDI e WAGNER, 2010), portanto, as classes *Relator* foram transformadas em classes *Event*, para ressaltar a ocorrência de eventos ao invés de estruturar relações materiais entre indivíduos. As classes *Validação de Premissa* e *Planejamento do Escopo* também foram alteradas para classes *Event*, compondo a classe *Reunião de Escopo*. Além disso, as classes *Grupo de Design* e *Revisão da Literatura* foram relacionadas.

Os relacionamentos entre *Avaliação do Problema*, *Reunião de Escopo* e *Revisão da Literatura* refletem suas dependências temporais. Os relacionamentos entre eventos e indivíduos indicam se os indivíduos participam desses eventos ou são criados por eles. As classes *Problema, Objetivo, Finalidade* e *Questão de Pesquisa* foram mantidas nessa ontologia dos eventos devido a sua relevância nesta fase. Por fim, incluiu-se a classe *Fato* do tipo *RoleMixin* para representar premissas confirmadas.

5.1.4.5 Fase de *Design* de Jogos de Guerra

Após a definição do escopo, iniciam-se as atividades de *design* do jogo de guerra, cujos desafios incluem a criação de cenários que promovam o aprendizado, a tomada de decisão e o alcance dos objetivos. Frequentemente, trata-se de uma tarefa com-

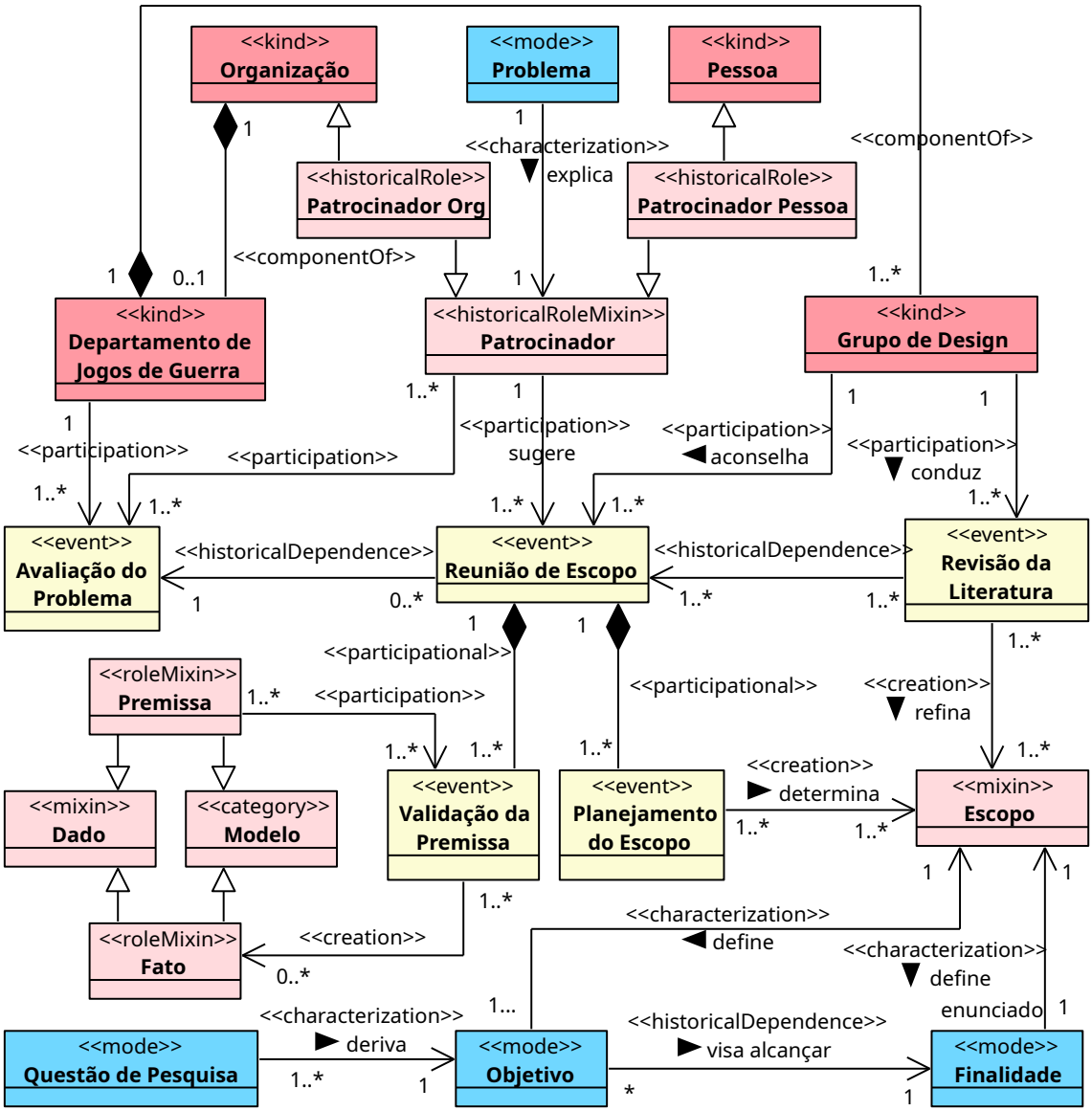

Figura 5.10: Eventos da fase de Especificação de um jogo de guerra

plexa e demorada, que pode demandar a participação de várias pessoas (ELLERBE *et al.*, 2016; SABIN, 2015).

A fase de *Design* define as características para o jogo de guerra, como o nível decisório, o número de lados, a progressão do tempo, o método de arbitragem e o limite da informação, de acordo com o propósito e os objetivos (WNOROWSKI, 2022). O *design* do jogo de guerra inclui a construção do cenário e do ambiente, a definição das regras, modelos (BURNS *et al.*, 2015), bem como o balanceamento das unidades de cada lado (BRASIL, 2018). A ontologia desta fase integra os principais elementos dos jogos de guerra segundo Perla (Figura 5.3), os elementos que definem os jogos de guerra como processos de tomada de decisão (Figura 5.4), além de elementos adicionais identificados na literatura.

Esta ontologia atende tanto aos jogos de guerra *didáticos* quanto aos *analíticos*.

Os *game designers* planejam as decisões esperadas dos jogadores e as mecânicas que traduzem essas decisões em ações (ALEMANHA, 2024). Os juízes e analistas auxiliam na criação de um banco de dados para a tomada de decisão e definem o método de arbitragem (REINO UNIDO, 2017). O grupo de *design* ainda assegura que as mecânicas do jogo permitam que as decisões dos jogadores contribuam para atingir os objetivos. Assim, deve-se oferecer uma estrutura para registrar as decisões e realizar a análise do jogo.

A Figura 5.11 apresenta uma ontologia da fase de *Design*, enquanto o Apêndice C fornece as definições de todas as classes dessa ontologia (Tabela C.9). *Game Designer* é uma classe do tipo *Role* que representa o membro do grupo de *design* responsável por definir os elementos do jogo de guerra: objetivos, pontos de decisão, regras, unidades, cenário e ambiente. Classes do tipo *Kind* representam esses elementos, exceto *Objetivo*, que é uma classe do tipo *Mode*. *Banco de Dados* é uma classe *Mixin* que pode conter esses elementos com diferentes princípios de identidade.

A classe *Cenário* descreve o contexto geopolítico da situação e se especializa em classes *Subkind*, incluindo os fatores *Político, Militar, Econômico, Social, Informacional, Infraestrutura, Terreno Físico* e *Tempo* (HODICKÝ *et al.*, 2020). A classe *Ambiente* define a área de operações e se especializa em classes *Subkind* correspondentes a cada domínio da guerra: *Terrestre, Aéreo, Marítimo, Espacial* e *Cibernético* (ESTADOS UNIDOS, 2020a).

Os jogos de guerra refletem a natureza intermitente da guerra, intercalando períodos de tensão com períodos de tranquilidade para possibilitar o planejamento e a recuperação. Embora o tempo nos jogos de guerra possa avançar de forma contínua ou discreta, o *design* exige que os jogadores tomem decisões em pontos discretos no tempo. Esses pontos são representados pela classe *Ponto de Decisão* do tipo *Kind*. Em um jogo *analítico*, o time formula um plano para alcançar os seus objetivos. Assim, *Plano* é uma classe *Kind* que também antecipa a tomada de decisões dos jogadores em pontos predefinidos.

Jogadores podem formar um time, de modo que a classe *Time* é uma classe *Kind* que representa forças militares. *Jogador Humano* é uma classe *Role* que representa o tomadores de decisão. *Ponto de Decisão* e *Jogador* mediam a classe *Decisão* do tipo *Relator*, que representa o elemento central da ontologia, destacando as decisões planejadas para alcançar os objetivos. Espera-se que os jogadores utilizem todas as informações disponíveis para tomar decisões, que serão coletadas e examinadas pelos analistas nas fases de *Execução* e *Análise*, respectivamente. Assim, *Informação* é uma classe do tipo *Category* que apoia a tomada de decisão.

As decisões resultam em ações (GÓMEZ *et al.*, 2017), geralmente relacionadas a movimentação ou combate. Modelos matemáticos simulam os efeitos das ações sobre as unidades. O banco de dados pode fornecer entradas para esses modelos. *Modelo*

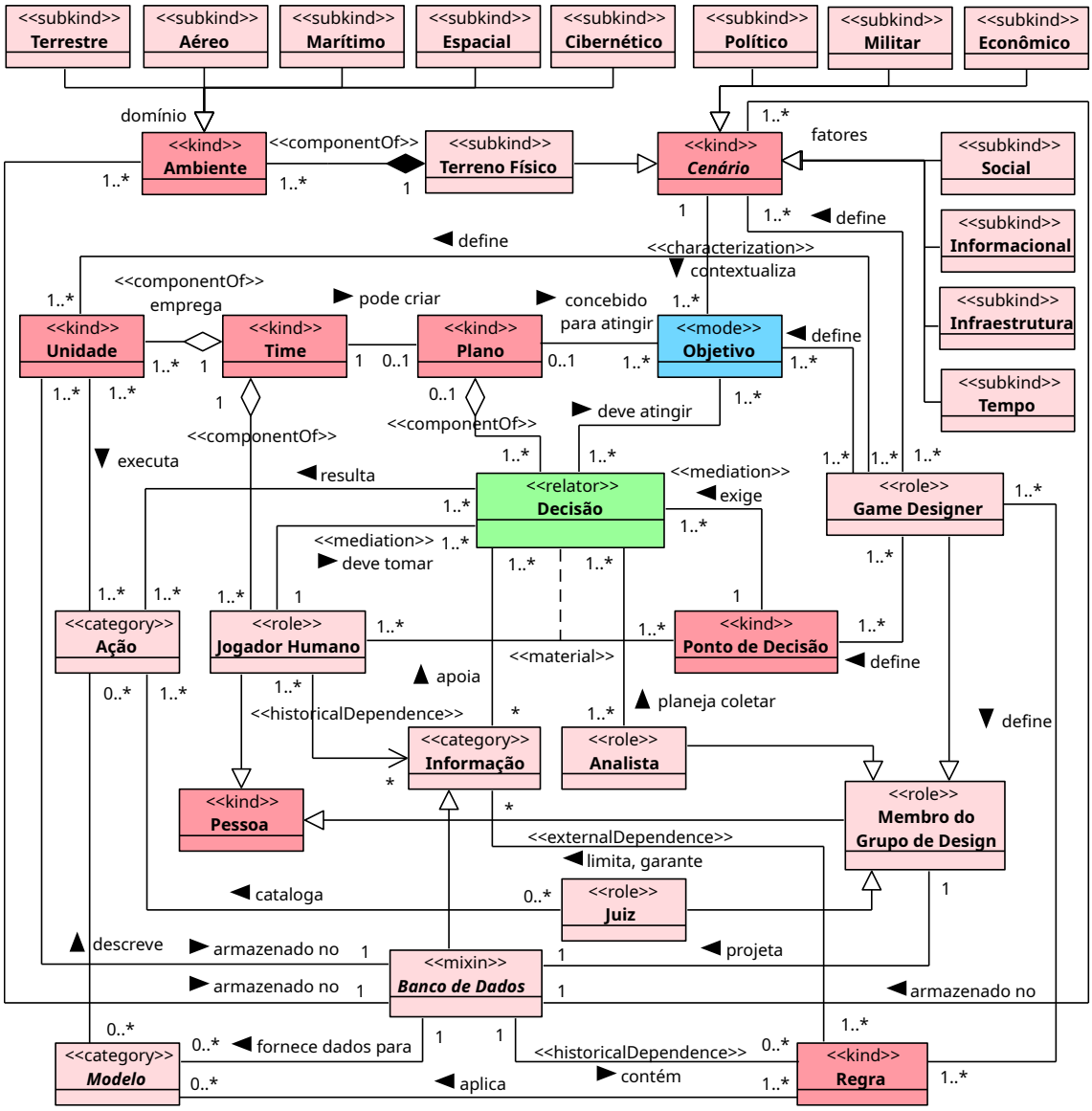

Figura 5.11: Fase de *Design* de um jogo de guerra

é uma classe *Category* que especifica essas ações. *Unidade* é uma classe *Kind* que representa as tropas, veículos, embarcações e aeronaves de um time, *Ação* é uma classe *Category* que define o conjunto de ações que as unidades podem executar, como atacar, defender, detectar, avançar, perseguir, recuar, entre outras (OURIQUES *et al.*, 2021). Os juízes normalmente definem o conjunto de ações disponíveis no jogo.

Após a fase de *Design*, seguem-se as fases de *Desenvolvimento* e *Teste*. O *design* pode refinar as mecânicas do jogo, como o cenário, o ambiente, as regras e as unidades, para melhor equilibrar as possibilidades de os jogadores atingirem seus objetivos. A Figura 5.11 também atende às fases de *Desenvolvimento*, *Teste* e *Refinamento*, enquanto as fases de *Execução* e *Análise* exigem ontologias específicas, que serão apresentadas a seguir.

5.1.4.6 Fase de Execução de Jogos de Guerra

A fase de *Execução* do jogo de guerra é a partida propriamente dita. No entanto, antes de iniciá-la, o grupo de *design* deve preparar os locais para realizar o jogo e garantir que todas as tarefas administrativas, medidas de segurança, infraestrutura de tecnologia da informação e logística estejam prontificadas. Essa fase também pode incluir atividades preparatórias, como o treinamento de facilitadores e juízes quanto às regras, mecânicas, cronograma e elementos de comunicação do jogo (OTAN, 2023), assegurando a integração de todos os componentes para proporcionar uma experiência positiva aos jogadores e melhorar a qualidade dos dados coletados durante o jogo (BURNS *et al.*, 2015). Além disso, o grupo de *design* pode realizar uma sessão de demonstração (*warm-up*) com os jogadores, utilizando uma versão resumida ou uma vinheta menos desafiadora para familiarizá-los com o andamento do jogo, os procedimentos e a arbitragem (OTAN, 2023).

O diretor inicia o jogo reunindo os jogadores para apresentar um *briefing* sobre como ele será conduzido, incluindo a duração dos turnos, reuniões, períodos de planejamento e intervalos (ALEMANHA, 2024). O grupo de *design* fornece aos jogadores informações sobre o cenário e o ambiente, compartilhando o entendimento da situação atual. Os facilitadores asseguram que os jogadores compreendam os objetivos, as regras e as mecânicas, gerenciem seu tempo em cada questão e mantenham o foco em suas atividades (MARKLEY *et al.*, 2015).

Se a fase de *Execução* for precedida de uma fase de *Planejamento*, os jogadores implementam o plano desenvolvido de acordo com a doutrina e as regras do jogo. Durante a partida, os jogadores tomam decisões com base em seu melhor julgamento para alcançar os objetivos. Os jogos de guerra compreendem ciclos iterativos de tomadas de decisão e as respectivas arbitragens, que continuamente atualizam a situação e, consequentemente, o cenário do jogo. Assim, os jogadores experimentam atividades de comando, enfrentam as consequências de suas próprias decisões e das decisões dos adversários (FRANÇA, 2024). Os juízes normalmente são responsáveis por avaliar essas decisões e comunicar os resultados (ALEMANHA, 2024); porém, cada jogo de guerra possui seu próprio método de arbitragem — livre, rígido, semirrígido ou consensual (REINO UNIDO, 2017) — permitindo que os juízes, um conjunto de regras ou até mesmo os próprios jogadores façam esse julgamento.

O diretor conduz o jogo conforme o planejado e pode ajustar o cronograma com base no *feedback* dos facilitadores. Os controladores, por sua vez, avaliam a evolução do cenário, verificando se o jogo está se encaminhando para atingir os objetivos (BURNS *et al.*, 2015) e traduzem as decisões dos jogadores para um formato compatível com as mecânicas do jogo (ALEMANHA, 2024).

O grupo de *design* deve estabelecer uma estrutura para registrar as decisões dos

jogadores durante a fase de *Execução* e examiná-las na fase de *Análise*. Sem interferir na dinâmica do jogo, os analistas coletam dados sobre as decisões e suas justificativas, um resumo dos debates, deliberações, ideias, percepções e comportamentos relevantes para os objetivos, bem como os resultados das arbitragens (BURNS *et al.*, 2015; REINO UNIDO, 2017). Esta fase pode ser concluída com uma plenária na qual juízes e analistas explicam aos jogadores os aspectos positivos e negativos das ações executadas em resposta aos desafios (ALEMANHA, 2024).

A Figura 5.12 apresenta a UFO-A da fase de Execução, que se concentra em descrever os elementos dos jogos de guerra, estruturar a dinâmica do jogo, a tomada de decisão dos jogadores, a arbitragem e a coleta de dados. Assim, esta ontologia exclui a representação de possíveis eventos preliminares, como preparação, treinamento e uma sessão de aquecimento com uma versão resumida do jogo. A Tabela C.10 fornece as definições de todas as classes presentes nesse modelo ontológico.

Cenário, Ambiente, Objetivo e *Time* são classes que já foram definidas na ontologia da fase de *Design* (Figura 5.11). *Situação Passada, Presente* e *Futura* são classes *Phase* que delimitam o cenário em um período de tempo específico.

Quando o processo de *design* do jogo de guerra inclui uma fase prévia de planejamento, um time elabora a LA e deve selecionar uma para orientar o desenvolvimento do plano, que direcionará a narrativa para a execução do jogo. *Linha de Ação* é uma classe *Subkind* que estende a classe *Narrativa* e representa a estratégia de um time, enquanto *Plano* é uma classe *Kind* que inclui a LA escolhida.

Narrativa é uma classe *Kind* que descreve a história do jogo. *Ponto de Decisão* é uma classe *Kind* que representa os eventos que influenciam a narrativa. Cada ponto de decisão representa um problema de decisão, conforme a Figura 5.5. *Diretor do Jogo* controla a classe *Relógio* do tipo *Kind*, que regula a progressão do tempo e pode acionar pontos de decisão.

Jogador Humano e *Ponto de Decisão* medeiam a classe *Tomada de Decisão* do tipo *Relator*. Consequentemente, uma decisão é influenciada por eventos, mas também direciona a narrativa. *Alternativa* é uma classe *Kind* que caracteriza duas ou mais opções em um ponto de decisão, visando alcançar os objetivos. *Decisão* é uma classe *Role* que resulta da *Tomada de Decisão*, estende a classe *Alternativa*, atualiza a situação e contribui para alcançar os objetivos.

Informação é uma classe abstrata *Category* que apoia a tomada de decisão e se especializa em *Doutrina*, como uma classe *Kind*, e *Banco de Dados* como uma classe *Mixin*. Os jogadores recorrem ao seu conhecimento anterior e a toda a informação disponível para tomar decisões.

Unidade, Ação e *Modelo* são classes *Kind* também definidas na ontologia da fase de *Design* (Figura 5.11). *Localização* é uma classe *Quality* que especifica a posição geográfica de uma unidade. As unidades executam as ações resultantes das decisões

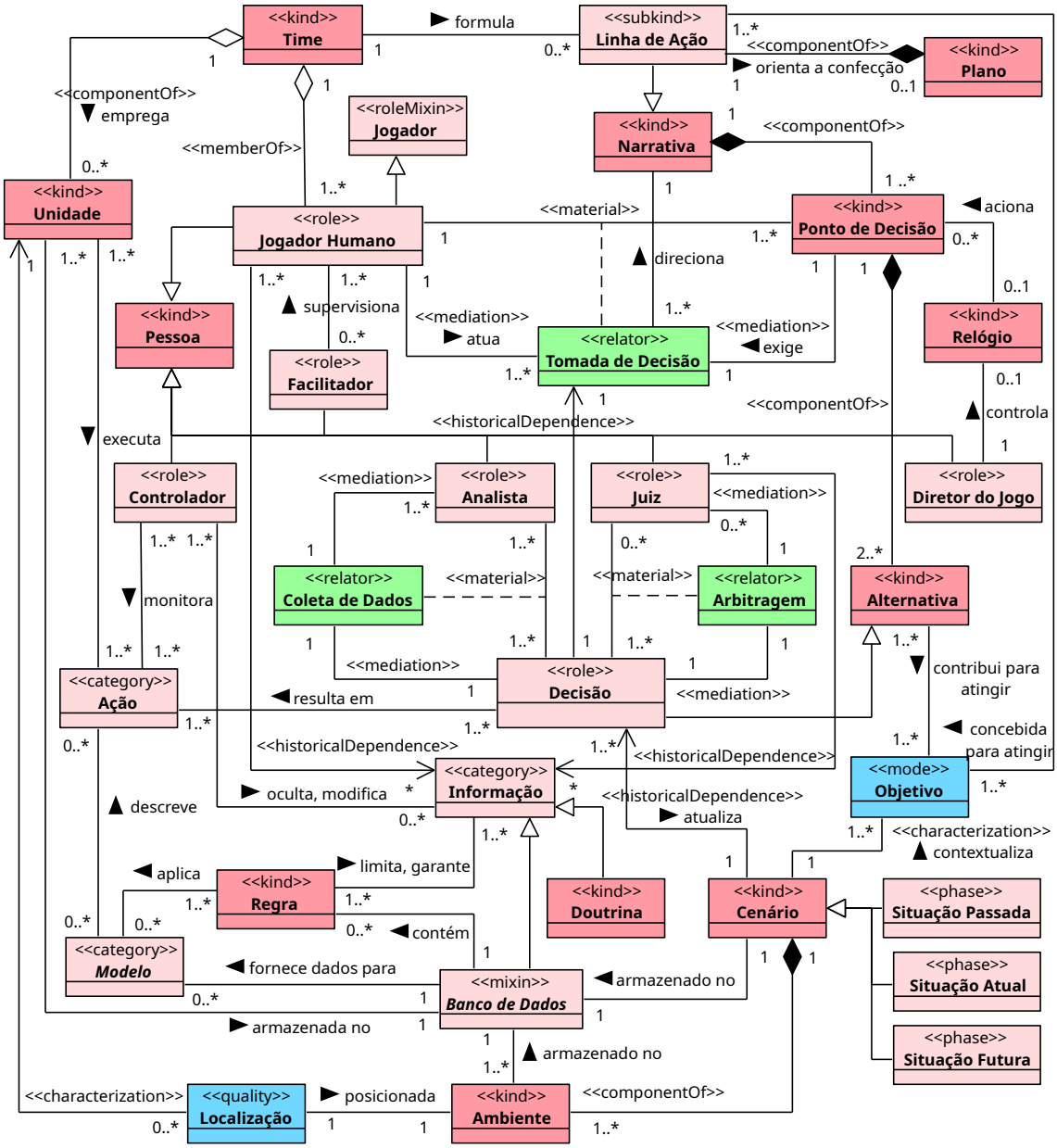

Figura 5.12: Fase de *Execução* de um jogo de guerra

(GÓMEZ *et al.*, 2017), que atualizam a localização das unidades no cenário.

As classes *Decisão* e *Juiz* mediam a classe *Arbitragem* do tipo *Relator*, destacando que os juízes recorrem à sua experiência para julgar as decisões. As classes *Decisão* e *Analista* mediam a classe *Coleta de Dados*, também do tipo *Relator*, que registra as decisões para a fase de Análise. Assim, essa ontologia concentra-se em representar a arbitragem livre e a coleta apenas das decisões.

Em seguida, desenvolveu-se a ontologia dos eventos para a fase de *Execução* (Figura 5.13), com base na ontologia desta mesma fase (Figura 5.12). O Apêndice C também fornece as definições de todas as classes desta ontologia (Tabela C.10).

Essa ontologia de eventos representa a dinâmica do jogo como eventos discretos que exigem uma tomada de decisão. A guerra não é um fenômeno contínuo no

tempo, pois as batalhas ocorrem em períodos de fricção entre fases de calmaria, nas quais as forças planejam suas estratégias e recuperam e reforçam suas unidades. Assim, os jogos de guerra podem ser descritos em momentos discretos.

Uma vez que *Relators* são normalmente criados a partir de eventos (GUIZZARDI e WAGNER, 2010), as classes *Tomada de Decisão* e *Arbitragem* foram definidas como classes *Event*, para destacar a ocorrência de eventos em vez de estruturar relações materiais entre indivíduos. As classes *Cenário* e *Ponto de Decisão* também foram transformadas de *Kind* para *Situation*, visto que esses descrevem os contextos em que as decisões são tomadas. Contudo, eles haviam sido definidos como classes *Kind* (Figura 5.12) porque eventos raramente são representados em modelos estruturais (GUIZZARDI *et al.*, 2016).

Foi criada a classe *Evento de Decisão*, também como *Event*, representando o evento principal que agrega os eventos *Tomada de Decisão* e *Arbitragem*. Assim, um ponto de decisão exige um evento de decisão para os jogadores, que pode levar a outro ponto de decisão. Foi ainda criado um autorelacionamento na classe *Ponto de Decisão* para representar essa relação de causalidade.

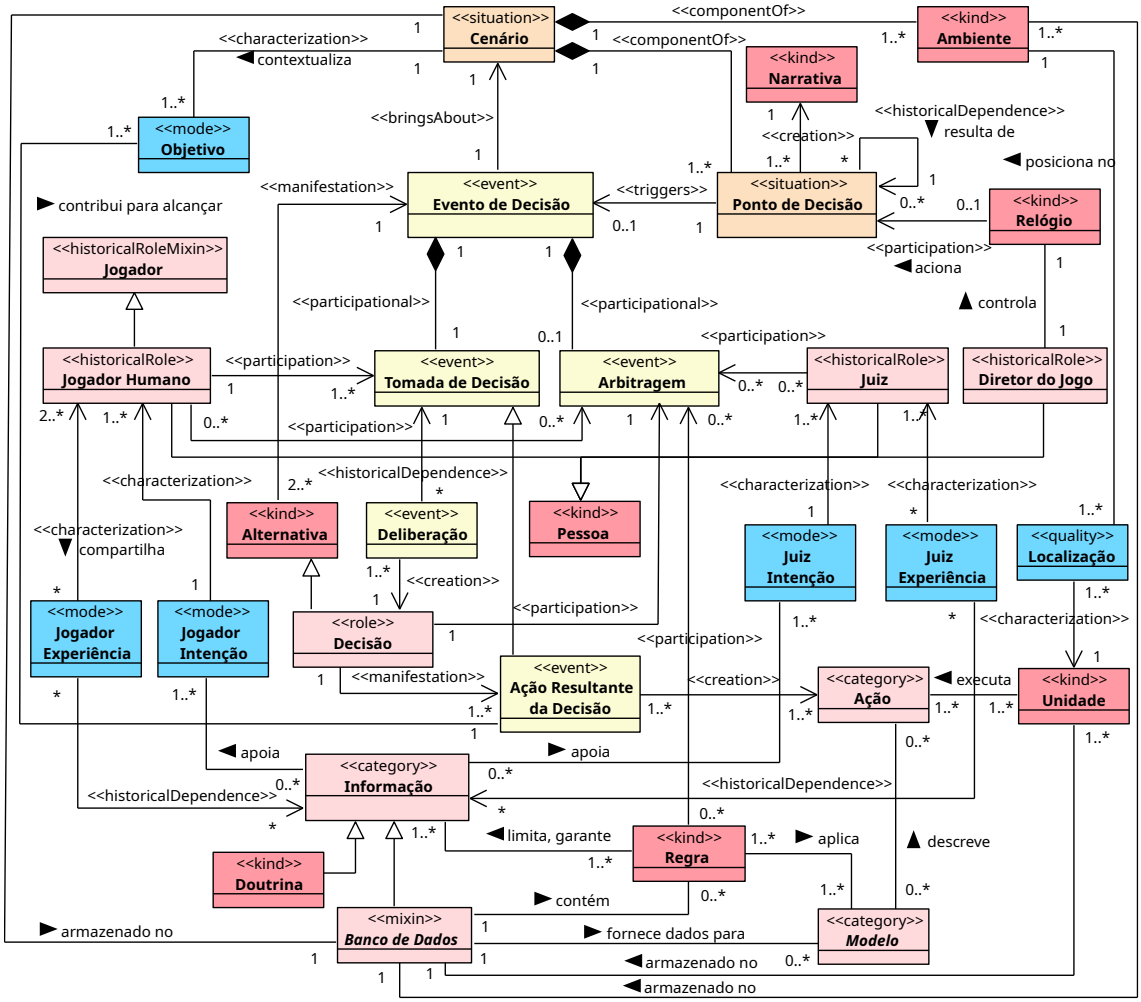

Figura 5.13: Eventos da fase de *Execução* de um jogo de guerra

O modelo conceitual dos elementos da tomada de decisão (Figura 5.5), além de outras ontologias propostas para estruturar decisões (GUIZZARDI *et al.*, 2018b, 2020; GÓMEZ *et al.*, 2017), fundamentaram o arranjo de classes e relacionamentos para descrever os eventos *Tomada de Decisão* e *Arbitragem*. Essa ontologia concentra-se em representar esses dois eventos relacionados à tomada de decisão e os elementos participantes. Assim, a classe *Coleta de Dados* e outras da ontologia da fase de execução, como *Time*, *Plano* e *Linha de Ação* não foram incluídas na ontologia de eventos desta fase.

Alternativa é uma classe *Kind* que indica duas ou mais opções em um ponto de decisão. *Deliberação* é uma classe *Event* que representa o processo de debater e considerar cuidadosamente as alternativas antes de tomar uma decisão. Dessa forma, um jogador toma uma decisão por meio de um evento de deliberação, com a expectativa de contribuir para o alcance de um objetivo.

Jogadores tomam decisões com base em sua própria experiência e nas informações disponíveis. *Jogador Experiência* e *Jogador Intenção* são classes *Mode* que caracterizam os jogadores. A informação é um componente crucial para garantir a qualidade das decisões (GERNHARDT *et al.*, 2023). Regras, bases de dados e doutrinas são fontes de informação disponíveis aos jogadores nos jogos de guerra. As classes *Informação*, *Doutrina*, *Base de Dados*, *Modelo* e *Regra* foram mantidas com seus respectivos estereótipos.

Decisão é uma classe *Role* que estende *Alternativa* e se expressa por meio da classe *Ação Resultante da Decisão* do tipo *Evento*. Esse evento manifesta-se em uma ação que, normalmente, atualiza a localização de uma ou mais unidades no ambiente. As classes *Ação*, *Unidade*, *Localização* e *Objetivo* também foram mantidas com seus respectivos estereótipos.

Arbitragem é uma classe *Event* definida para o julgamento das decisões. Essa ontologia de eventos inclui as classes *Regra* e *Jogador Humano* e *Juiz* como possíveis participantes da arbitragem. Assim, tanto os juízes quanto os jogadores podem julgar decisões com base em sua experiência e nas informações disponíveis. Consequentemente, *Juiz Experiência* e *Juiz Intenção* são classes *Mode* que caracterizam a disposição dos juízes em um evento de arbitragem, assim como *Jogador Experiência* e *Jogador Intenção* caracterizam os jogadores.

Por fim, os estereótipos de algumas classes e relacionamentos foram alterados para se adequarem à notação da UFO-B. Nesse sentido, as classes *Role* e *RoleMixin* passaram a ser *HistoricalRole* e *HistoricalRoleMixin*, respectivamente, pois esses papéis são instanciados quando participam dos eventos. A consequência de um evento de decisão é uma mudança no cenário. Assim, foram definidos dois relacionamentos envolvendo *Evento de Decisão*, *Ponto de Decisão* e *Cenário* para representar a causa e o efeito das decisões. As classes *Narrativa* e *Relógio* foram mantidas como *Kind*,

mas o estereótipo dos seus relacionamentos com *Ponto de Decisão* foi ajustado.

5.1.4.7 Fase de Análise de Jogos de Guerra

Na fase de *Análise*, o grupo de *design* avalia as decisões dos jogadores, suas interações e a própria execução do jogo (FRANÇA, 2024), identifica necessidades de pesquisa, análise e treinamento (ALEMANHA, 2024), e comunica os resultados e conclusões ao patrocinador (MARKLEY *et al.*, 2015). No entanto, antes de realizar essas atividades, os analistas devem organizar, revisar e fazer uma síntese dos dados coletados durante a fase de Execução.

A avaliação pode incluir uma análise qualitativa para classificar os dados, interpretar os resultados e identificar padrões e relações relevantes aos objetivos (BURNS *et al.*, 2015). Esses dados incluem as decisões dos jogadores, suas justificativas, deliberações, percepções e os resultados das arbitragens. O grupo de *design* também pode designar determinados jogadores para avaliar o quanto os times compreenderam e aplicaram os temas explorados, como as circunstâncias externas influenciaram a tomada de decisão e quão efetivamente o jogo atingiu seus objetivos (FRANÇA, 2024; OTAN, 2023).

As principais conclusões devem ser armazenadas, organizadas e compartilhadas com o grupo de *design* e o patrocinador, seguindo as boas práticas de gestão do conhecimento (OTAN, 2023). Essas conclusões podem incluir aspectos positivos e negativos das decisões e das ações resultantes, tópicos relevantes para os objetivos, sugestões para aprimorar o planejamento, a execução, a logística e o engajamento dos jogadores, além de elementos particularmente eficazes que devem ser mantidos em jogos de guerra futuros (ALEMANHA, 2024; MARKLEY *et al.*, 2015). As conclusões ainda podem avaliar se o cenário, as mecânicas e a abordagem adotada motivaram o aprendizado dos jogadores.

O diretor do jogo e os analistas consolidam os resultados e conclusões para o patrocinador. Eles elaboram um relatório que apresenta a intenção e os objetivos do jogo, uma visão geral do *design* e da execução, bem como as principais conclusões e sugestões para aprimorá-lo (FRANÇA, 2024). O relatório também pode incluir produtos analíticos, como árvores de decisão que ilustram ações e suas consequências, além de *feedback* dos jogadores e do grupo de *design*, o nível de confiança das conclusões, uma crítica ao *design* do jogo e lições aprendidas para jogos futuros (OTAN, 2023)

A Figura 5.14 apresenta a UFO-A da fase de *Análise*, que se concentra em analisar as decisões dos jogadores e o aprendizado obtido. Organizações militares e civis geralmente documentam as decisões, registrando-as como lições aprendidas (GUIZZARDI *et al.*, 2018b). A ontologia incorpora as classes *Experiência* e *Aprendizado* na visão dos jogos de guerra como um processo de tomada de decisão (Figura 5.4).

Os relacionamentos entre as classes *Jogador Humano, Tomada de Decisão, Decisão, Análise, Aprendizado* e *Jogador Experiência* reforçam a gestão do conhecimento das decisões nos jogos de guerra. O Apêndice C fornece as definições de todas as classes desta ontologia (Tabela C.11).

A ontologia mantém os elementos da UFO-A da fase de *Execução* relacionados à tomada de decisão (Figura 5.12), assim como incorpora outros elementos para analisar as decisões dos jogadores. Assim, as classes *Analista* e *Decisão* medeiam a classe *Análise* do tipo *Relator* que, obviamente, representa a análise das decisões. *Conclusão* e *Resultado* são classes *Mixin* derivadas de *Análise* e caracterizam os indivíduos de acordo com diferentes princípios de identidade. Alguns resultados avaliam se os jogadores alcançaram os objetivos do jogo. Dessa forma, a classe *Objetivo* se especializa em *Objetivo Atingido* e *Objetivo Não Atingido*, como classes do tipo *Phase*. Por fim, as classes *Diretor do Jogo* e *Patrocinador* mediam a classe *Relatório* do tipo *Relator*, que representa a comunicação da análise ao patrocinador.

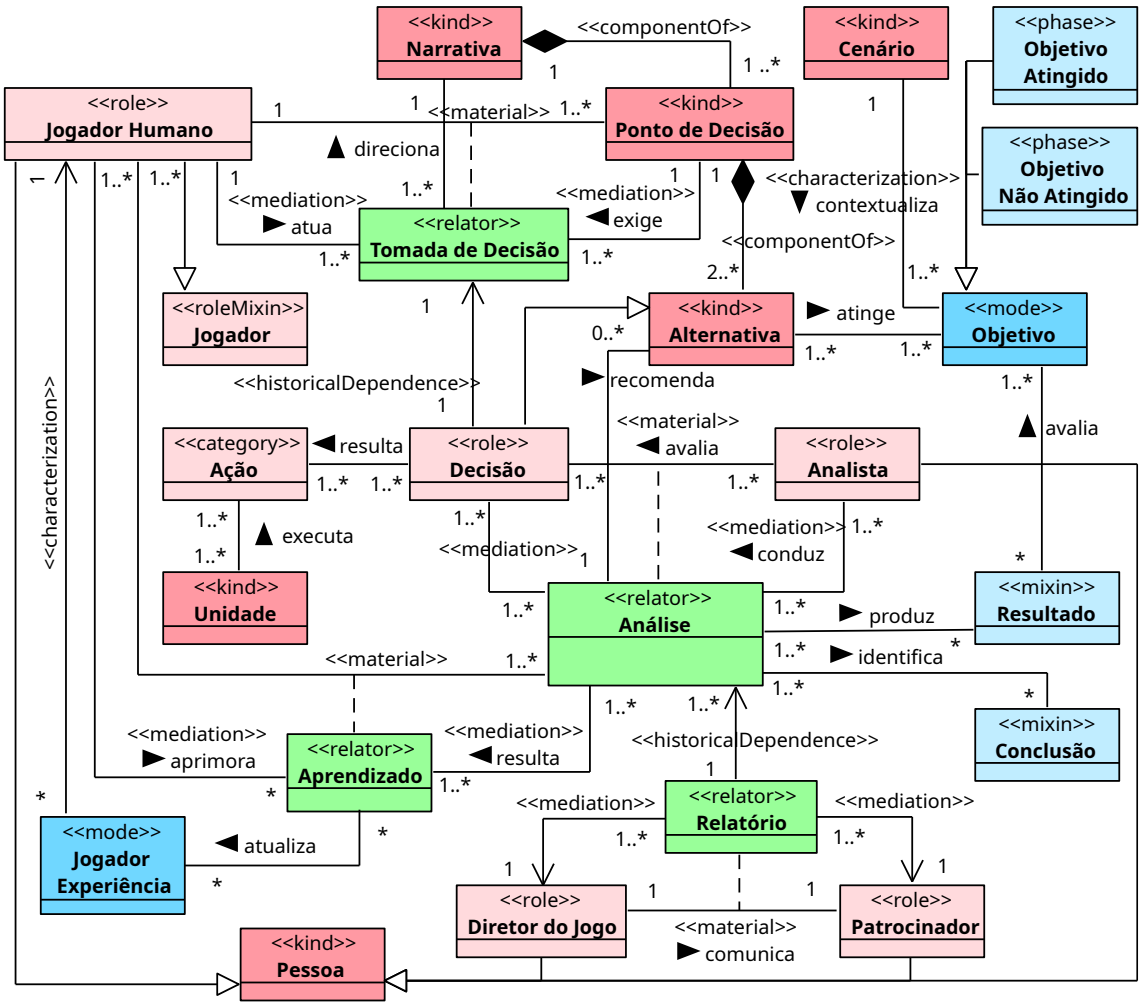

Figura 5.14: Fase de *Análise* de um jogo de guerra

5.1.4.8 *Design* de um jogo de guerra

Para demonstrar a aplicabilidade das ontologias, esta seção descreve o *design* de um jogo de guerra que exige que os jogadores tomem decisões em determinados pontos de decisão. A Figura 5.15 exibe um cenário de jogo de guerra que representa uma crise entre dois países fictícios, Azul e Vermelho, que herdaram sérios problemas de delimitação de fronteiras. Retângulos, círculos e parábolas representam, respectivamente, tropas terrestres, navios de superfície e aeronaves.

Após uma guerra ocorrida há mais de dois séculos, Azul anexou o território Roxo por meio de um tratado assinado entre os dois países. Este território é rico em recursos minerais de alto valor estratégico, o que estimulou o desenvolvimento de indústrias na região. A população de Roxo é composta por 65% da etnia Azul, 30% da etnia Vermelho e 5% de descendentes de países vizinhos — principalmente Marrom, que permanece neutro no conflito. No mês passado, tempestades severas atingiram o sul de Roxo, levando Azul a declarar estado de emergência. Vermelho ofereceu tropas militares para ajudar nas operações de assistência humanitária; no entanto, Azul rejeitou firmemente a oferta, temendo que tal situação pudesse ser usada como oportunidade para Vermelho tentar reconquistar a região. Vermelho acusou Azul de priorizar a assistência às áreas dominadas pelo grupo étnico Azul, enquanto negligenciava regiões com maioria de residentes de origem Vermelho.

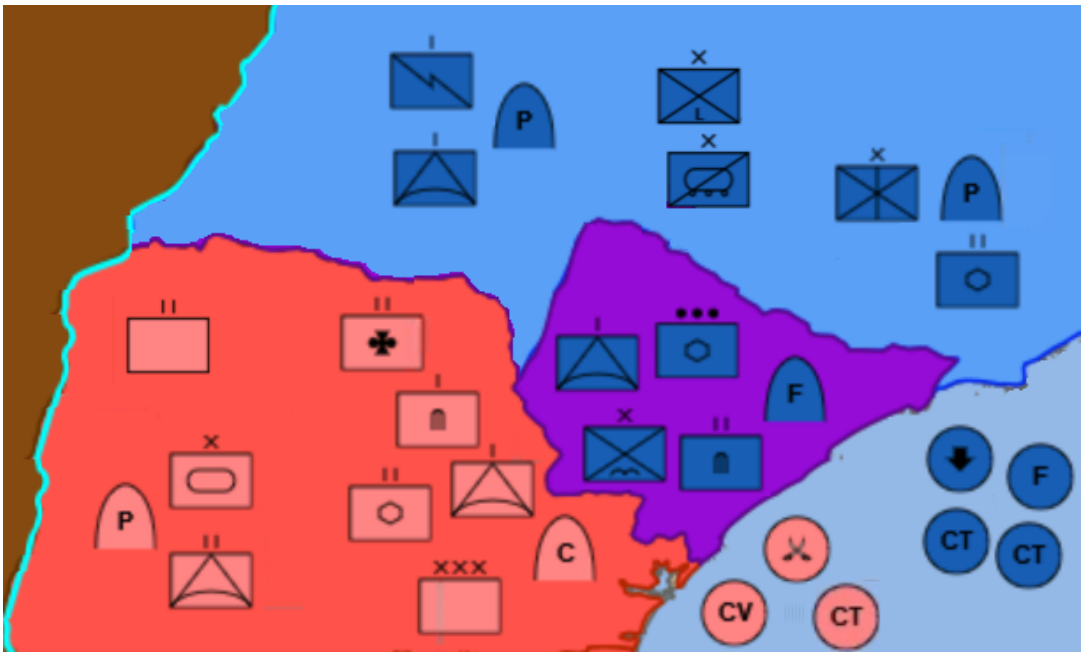

Figura 5.15: Cenário de um jogo de guerra entre dois países fictícios.

Nesse cenário, Vermelho tem como objetivos reincorporar Roxo e proteger tanto as instalações das empresas sob sua propriedade quanto a população de sua origem que vive nessas áreas. Os objetivos de Azul, por sua vez, são defender Roxo de

possíveis ações militares de Vermelho, garantir assistência humanitária à população de Roxo e assegurar a base industrial da região.

Este jogo de guerra descreve três pontos de decisão na perspectiva de Azul, com alternativas que refletem posturas defensivas ou ofensivas. O primeiro apresenta uma situação que exige que Azul defenda seu território em terra, pois Vermelho deslocou unidades militares em direção à fronteira sul de Roxo e insiste que cruzará a fronteira, alegando fornecer ajuda humanitária à população de origem de Vermelho. Uma alternativa consistiria em aceitar a assistência de Vermelho, enquanto mantém uma postura defensiva para proteger e preservar Roxo. Nesse caso, Azul adotaria as seguintes ações: controlar a passagem das unidades vermelhas, inspecionar seu pessoal e equipamento, retirar-se para posições defensivas mais bem preparadas, preservar suas forças, consolidar posições defensivas próximas ao Rio Grande e reforçar a proteção das estruturas estratégicas em Roxo. Outra alternativa seria bloquear o avanço de Vermelho e impedir sua passagem. Assim, Azul adotaria as seguintes ações: concentrar estrategicamente unidades em Roxo para um rápido desdobramento, bloquear as pontes ao longo do Rio Grande e degradar as unidades vermelhas próximas à fronteira. Uma terceira alternativa seria lançar uma ofensiva terrestre por meio de um ataque rápido para quebrar os esforços iniciais do inimigo. As ações correspondentes incluiriam estabelecer uma linha defensiva com manobras táticas ao longo do Rio Grande, neutralizar alvos sensíveis por meio de uma ofensiva aérea e capturar a cidade de Campo do Norte no território de Vermelho.

O segundo ponto de decisão envolve a defesa do litoral de Roxo, pois relatórios de inteligência indicam que navios inimigos estão se aproximando da margem leste. Nesse caso, uma alternativa seria atrasar a aproximação naval de Vermelho. As ações incluiriam posicionar unidades navais em uma linha defensiva próxima à costa para impedir um desembarque inimigo, garantir a segurança do tráfego marítimo e monitorar e rastrear o movimento dos navios de Vermelho. Outra alternativa seria impedir que os navios de Vermelho entrassem nas águas jurisdicionais de Azul. As ações incluiriam escoltar embarcações mobilizadas para a defesa costeira, posicioná-las em pontos estratégicos, dissuadir Vermelho por meio da demonstração de poder de fogo naval e empregar mísseis de longo alcance. Uma terceira alternativa permitiria a aproximação dos navios de Vermelho enquanto se prepara um ataque durante o desembarque. As ações incluiriam deslocar unidades terrestres para a costa, defender os portos em Roxo, escoltar os navios de Vermelho, permitindo o desembarque e o lançamento de um contra-ataque com forças terrestres já posicionadas em uma emboscada.

Esse exemplo sugere a hipótese de que Azul decidiu bloquear o avanço terrestre de Vermelho e impedir que seus navios se aproximassem das águas jurisdicionais. Essas decisões provocaram ressentimento no governo de Vermelho e levaram à escalada

da crise. Um terceiro ponto de decisão descreve o desdobramento dessa situação, na qual Vermelho intensificou suas ações ofensivas ao lançar ataques simultâneos por terra e mar. Assim, Azul deve decidir como empregar seu poder aéreo para neutralizar as ações de Vermelho. As alternativas incluem concentrar o poder aéreo para destruir os navios de Vermelho antes que alcancem a costa ou dividir os meios aéreos entre apoiar as forças terrestres e realizar ataques navais, contrapondo-se às ações de Vermelho em ambas as frentes.

Azul adotou uma postura preventiva mais uma vez e dividiu seu esforço aéreo para apoiar tanto a defesa terrestre quanto a naval. Suas ações degradaram as unidades terrestres e navais de Vermelho, forçando-as a recuar. Como resultado, Azul ganhou tempo para fornecer assistência a toda a população de Roxo, mitigando assim a crise civil provocada pelas fortes chuvas e inundações.

A arbitragem neste jogo de guerra era livre, uma vez que os juízes avaliaram as decisões de Azul, baseando-se em sua experiência para determinar os resultados e as consequências. Na fase de análise, os analistas examinaram as decisões de Azul e indicaram que todos os três objetivos foram alcançados, ressaltando a assistência prestada à população e a proteção da região de Roxo. As decisões resultaram em aprendizados valiosos, demonstrando que permitiram a degradação das unidades de Vermelho e a neutralização de suas ações. Assim, Azul priorizou a segurança da população, bem como a otimização de esforços, recursos e custos para sustentar essa operação militar.

5.1.5 Avaliação dos Artefatos

A avaliação de ontologias compreende atividades de verificação e validação. A verificação tem como objetivo garantir que a ontologia está sendo construída corretamente para atender às especificações da linguagem utilizada para representá-la. A validação visa garantir que a ontologia correta está sendo construída, ou seja, que a ontologia atende aos requisitos funcionais pretendidos (FALBO, 2014).

A verificação examina a qualidade da ontologia por meio de critérios como coerência, consistência e compromisso ontológico mínimo. A coerência verifica a presença de conflitos semânticos, a consistência avalia a existência de contradições lógicas e verifica se as restrições definidas nas relações entre classes e instâncias são respeitadas, e o compromisso ontológico mínimo examina se a ontologia assume apenas os conceitos e relações necessárias, sem impor restrições desnecessárias (GRUBER, 1995). A verificação das ontologias foi realizada utilizando o software Visual Paradigm, que dispõe de um plugin capaz de analisar se o modelo segue as regras formais do OntoUML, incluindo o uso correto de estereótipos, tipos de relações entre classes, cardinalidades e possíveis inconsistências lógicas.

A validação analisa se a ontologia atende aos requisitos por meio de critérios, como competência, clareza, completude, detalhamento e robustez. A competência valida se a ontologia é capaz de atender aos requisitos definidos, ou seja, se cumpre seu propósito. Clareza avalia se a ontologia é objetiva e eficaz na comunicação do significado das classes e relações, sem ambiguidade (GRUBER, 1995). Completude, detalhamento e robustez estão associados à competência do modelo em representar o domínio (MARCH e SMITH, 1995) com um nível adequado de detalhes e resistente a falhas ou variações.

A validação das ontologias foi realizada por *game designers* da EGN, especialistas em jogos de guerra, de forma iterativa ao final de cada ciclo de coleta, ordenação e análise dos dados. Foram agendadas reuniões presenciais para examinar os conceitos, a semântica, a estrutura e a consistência das ontologias. Na primeira reunião com cada especialista, apresentava-se brevemente o propósito da ontologia e seu papel na modelagem do domínio dos jogos de guerra. Nas reuniões subsequentes, as atividades envolveram analisar se a semântica ontológica estava correta e compreensível, bem como identificar possíveis redundâncias e lacunas conceituais, especializações desnecessárias e relações pouco justificadas. Para cada classe ou relação, revisava-se seu significado, avaliava-se se refletia corretamente o domínio, explicava-se o estereótipo OntoUML e verificava-se a pertinência das relações e a dependência entre as classes, além de ajustar as cardinalidades quando necessário.

Os resultados de cada reunião indicavam as necessidades de correção e aprimoramento das ontologias; assim, as atualizações eram apresentadas e reavaliadas no encontro seguinte. Ao término do processo, os especialistas confirmaram que as ontologias atendiam aos requisitos estabelecidos e, portanto, representam de forma satisfatória o domínio dos jogos de guerra.

5.1.6 Comunicação dos Resultados

As principais contribuições deste primeiro ciclo de DSRM foram divididas em dois trabalhos acadêmicos para comunicar os resultados obtidos. Primeiramente, as fases de Especificação e *Design* do processo de *design* de jogos de guerra foram descritas no seguinte artigo que foi publicado em uma revista indexada:

- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., KRITZ, J., XÉXEO, G., 2025, "Toward an Ontology of Wargame Design", Em: IEEE Access, v. 13, pp. 78928–78958. ISSN: 2169-3536. doi: 10.1109/access.2025.3566249.

As fases de Execução e Análise desse processo foram descritas no seguinte artigo que foi submetido para uma revista indexada e aguardando aprovação. Este artigo ainda analisa os jogos de guerra como ferramentas para exercitar a tomada de decisão

no contexto militar e em situações de crise. Planeja-se enviá-lo para uma revista de modelagem conceitual e ontologias, como a *Applied Ontology, Journal of Web Semantics* ou *International Journal of Human-Computer Studies*.

- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., XÉXEO, G., 2025, "An Ontological Analysis of Decision-Making in Wargames".

Outrossim, um estudo complementar a este ciclo refere-se à definição de um conjunto significativo de ações que os jogadores podem realizar em um jogo de guerra. Nele, analisaram-se abordagens formais e decidiu-se modelar os jogos de guerra utilizando o MDA (HUNICKE *et al.*, 2004), que relaciona emoções e instintos que podem despertar nos jogadores com mecânicas e dinâmicas. O modelo foi avaliado por meio de uma pesquisa com a participação de militares das três Forças Armadas.

- OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2021, "A Proposal to Model Wargames in the MDA Framework". Em: Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2021), pp. 1–9. Sociedade Brasileira de Computação, Outubro. doi: 10.5753/sbgames_-estendido.2021.19619.

5.2 Ciclo II - Modelagem de Processos do Confronto

Esta seção apresenta o segundo ciclo de DSRM conduzido nesta pesquisa (Figura 4.7). O principal objetivo deste ciclo foi definir um método para conduzir o Confronto. Nesse sentido, construiu-se uma modelagem de processos para o Confronto a partir do conhecimento explícito em um arcabouço doutrinário e do conhecimento tácito de oficiais com experiência em planejamento militar.

5.2.1 Objetivo e Requisitos

O estudo preliminar do Confronto por meio da Doutrina de Operações Conjuntas (BRASIL, 2020a) possibilitou reconhecê-lo como um método sistemático para aprimorar a LA e compreender como ele se insere no processo de planejamento e quais são os papéis do Cmt e do seu EM nos movimentos dos turnos. No entanto, esse estudo também gerou dúvidas quanto às possibilidades de condução do processo. Há obrigatoriedade de seguir o método de forma estrita ou são admitidas flexibilizações? Como é definida a quantidade de turnos? Em cada turno, pode-se definir a força que terá a iniciativa das ações? A quantidade de movimentos por turno pode ser superior a três ou até mesmo reduzida para dois?

Para dirimir essas e outras dúvidas eventuais, este ciclo tem como objetivo formalizar um método para orientar a condução do Confronto, que é enunciado no OE5.

Assim, esta pesquisa pretende mapear o fluxo do processo do Confronto, detalhando as atividades de suas etapas. Essa modelagem do processo servirá de base para o protótipo do jogo sério que será implementado nos ciclos seguintes.

Os seguintes requisitos foram definidos neste ciclo para a construção da modelagem de processos do Confronto:

- Representar o método do Confronto como um processo dividido em etapas;
- Detalhar essas etapas como subprocessos;
- Representar os papéis dos membros do EM nas atividades realizadas nessas etapas; e
- Descrever a sequência de interações entre os membros do EM nos movimentos dos turnos.

5.2.2 Estado da Arte

Esta seção reúne trabalhos que aplicaram jogos de guerra, simulações e outros métodos para aprimorar a condução do Confronto. HANSON (2016) reforça que as doutrinas militares dos Estados Unidos carecem de diretrizes suficientes para preparar e conduzir o Confronto e explica que os EM muitas vezes recorrem a técnicas de jogos de guerra baseadas em seu conhecimento tático, experiência e manuais não doutrinários. A carência de informações observadas também no PPC (BRASIL, 2020a) motivou OURIQUES *et al.* (2019a) a aplicar técnicas de gestão do conhecimento para compreender como desenvolver as LA e Psb Ini para serem confrontadas em um planejamento conjunto.

MCCONNELL *et al.* (2018) analisaram o efeito de um jogo de RPG do Kriegspiel, que utiliza simplesmente lápis e papel, na melhoria do desempenho durante o Confronto em um processo militar de tomada de decisão. Os resultados mostraram que os militares que jogaram este Kriegspiel (grupo de teste) antes da etapa do Confronto aprimoraram suas capacidades de visualizar o ambiente operacional e antecipar ameaças e oportunidades com mais facilidade do que os participantes que apenas seguiram as atividades do processo (grupo de controle).

WALDENSTRÖM (2012) apresentou um jogo de guerra para analisar as decisões do alto comando na guerra naval, em que os jogadores enfrentam problemas nos níveis de esquadra, flotilha ou frota. O jogo inclui a construção do cenário, o planejamento, a execução e a análise. Na fase de planejamento, o jogo permite elaborar as LA e Psb Ini. O artigo não cita explicitamente que o jogo adota o método do Confronto; porém, a dinâmica da semana de execução é semelhante às etapas do Confronto. GUARDA *et al.* (2017) examinaram a viabilidade de um ambiente computacional sintético para um jogo de guerra estratégico na Marinha do Brasil.

Recursos de jogos de guerra e de simulação foram combinados em um simulador que confronta as LA diante das Psb Ini. O Confronto foi conduzido por eventos críticos e dispunha de planilhas para registrar decisões e ações. Estes dois estudos empregaram o Confronto para fins educacionais, enquanto HOFMANN e LEHMANN (2007) simularam analiticamente as consequências das LA considerando processos estocásticos que geram parâmetros estatísticos, como valor esperado e variância. Essa abordagem exige sistemas com um grande volume de dados. No entanto, seus resultados indicaram que a avaliação das LA tende a ser subjetiva, uma vez que envolve muitos parâmetros difíceis de quantificar no nível operacional.

LOWIS e BARLOW (2003) utilizaram uma simulação baseada em agentes para aprimorar o Confronto. O experimento comparou a solução proposta com técnicas tradicionais de análise de LA. Os resultados indicaram um ganho claro e significativo na consciência situacional, além de uma redução no tempo para conduzir o Confronto.

HANLEY JR (2017) propõe o uso da Teoria dos Jogos para descrever o Confronto em forma extensiva, apresentado como uma estrutura de dados em árvore. As ações e as (re)ações dos oponentes constituem os ramos da árvore. Assim, os jogadores devem conhecer as possíveis ações do oponente. Caso a análise se concentre em estratégias e recompensas, uma matriz bidimensional pode substituir a forma extensiva; porém, as recompensas das decisões serão difíceis de quantificar. HERNANDEZ (2015) também considerou o uso da Teoria dos Jogos para melhorar a análise dos jogos de guerra, mas alertou que limitar as decisões a um número finito de escolhas restringiria sua natureza exploratória.

Uma contribuição deste ciclo de pesquisa para o estado da arte é esclarecer que a quantidade de turnos de um Confronto está diretamente associada ao método de condução. Assim, um turno pode representar divisões da área operacional ou elementos da LA, tais como fases e pontos decisivos sobre os quais as análises são realizadas. Outra contribuição é reconhecer que o Confronto admite flexibilizações em sua condução, incluindo a possibilidade de adicionar movimentos aos turnos para aprofundar a análise e definir quem terá a iniciativa das ações de cada turno — Azul ou Vermelho.

5.2.3 *Design* e Desenvolvimento

Este ciclo também aplicou a *Grounded Theory* (PANDIT, 1996) para consolidar o conhecimento adquirido ao construir a modelagem de processos do Confronto durante o processo de planejamento militar. A etapa de *design* da pesquisa definiu que a coleta de dados para a modelagem seria obtida a partir da combinação do conhecimento explícito (NONAKA *et al.*, 1996) contido no arcabouço doutrinário

das organizações militares, além da socialização e externalização do conhecimento tácito (NONAKA *et al.*, 1996) com instrutores de planejamento militar das escolas de altos estudos militares: ECEME, EGN e ECEMAR.

A etapa da coleta de dados forneceu os requisitos para a modelagem do processo. A organização e sistematização (JOHANNESSON e PERJONS, 2021) foram os métodos usados para combinar o conhecimento explícito contido nos documentos, manuais e doutrinas militares. Outrossim, observações e entrevistas (JOHANNESSON e PERJONS, 2021) foram os respectivos métodos usados para socializar e externalizar o conhecimento tácito, a fim de compreender como os militares conduzem o Confronto, principalmente nos exercícios de planejamento militar.

Em seguida, reunimos e analisamos esses dados para o *design* do artefato: a modelagem de processo que representa método para conduzir o Confronto. A análise dos dados permitiu identificar os conceitos, categorias e proposições (PANDIT, 1996) sobre o Confronto. O artefato desenvolvido sugere hipóteses que representam proposições teóricas, estabelecendo relações entre categorias conceituais identificadas durante a análise. A modelagem atingiu a saturação teórica após uns ciclos de coleta e análise de dados. Em cada ciclo, essas hipóteses foram submetidas à avaliação de especialistas em planejamento militar e no Confronto. Por fim, comparamos a modelagem de processos com os métodos indicados nas doutrinas.

Esta subseção descreve as atividades da revisão de documentos militares, a observação direta do Confronto em dois exercícios realizados na EGN e entrevistas com oficiais que participaram desses exercícios. Essas análises focaram na dinâmica da condução do Confronto.

Após um estudo preliminar do PPC (BRASIL, 2020a), a pesquisa para efetivamente compreender o Confronto neste ciclo teve início analisando os processos de planejamento das Forças Armadas do BRASIL (2020c, 2024). Em seguida, analisamos as doutrinas das forças armadas dos ESTADOS UNIDOS (2013, 2014, 2016a,b, 2019, 2020b) que HANSON (2016) havia examinado. Embora ele tenha apontado limitações nessas doutrinas para orientar a condução do Confronto, reconhecemos que elas possuíam mais informações do que as doutrinas do Brasil. Também analisamos o processo de planejamento conjunto da OTAN (2019a), que destaca que países aliados como Reino Unido, Alemanha e França adotam esse mesmo processo. Ainda analisamos o processo de planejamento militar da Austrália AUSTRÁLIA (2019), que não é filiada à OTAN; porém, é membro da COMMONWEALTH (2025), que é uma organização intergovernamental com raízes no então Império Britânico para promover a prosperidade, democracia e paz. A Tabela 5.2 apresenta as doutrinas militares que foram analisadas para compreender o Confronto.

Todas as doutrinas analisam o Confronto sob uma perspectiva sistêmica, descrevendo-o como um processo composto por entradas, subprocessos e saídas.

Tabela 5.2: Doutrinas militares que descrevem o Confronto (*COA Wargaming*)

Título	**Origem**
Doutrina de Operações Conjuntas (MD30-M-01)	Brasil
Manual de Planejamento Operativo da Marinha (EMA-331)	Brasil
Processo de Planejamento e Condução de Operações Terrestres (EB70-MF-10.211)	Brasil
Air Force Doctrine Publication 3-0 - Operations and Planning	Estados Unidos
Command and Control of Joint Air Operations (JP 3-30)	Estados Unidos
Commander and Staff Organization and Operations (FM6-0)	Estados Unidos
Joint Planning (JP 5-0)	Estados Unidos
Marine Corps Planning Process (MCWP 5-10)	Estados Unidos
Navy Planning Process (NWP 5-1)	Estados Unidos
Allied Joint Doctrine for the Planning Operations (AJP-05)	OTAN
Joint Military Appreciation Process (ADFP 5.0.1)	Austrália

No entanto, cada uma contém particularidades que descrevem como o Confronto é conduzido, considerando as necessidades do ambiente operacional em que a força atua. Todas as doutrinas indicam que as LA e as Psb Ini, elaboradas nas fases anteriores do planejamento, são as principais entradas do Confronto. Contudo, o Cmt e seu EM geralmente confrontam apenas as LA frente à Psb Ini mais provável e à mais perigosa, devido às restrições de tempo frequentemente enfrentadas durante o planejamento. Outras possíveis entradas seriam a intenção do Cmt (ESTADOS UNIDOS, 2016a), critérios de avaliação, uma análise preliminar de riscos (ESTADOS UNIDOS, 2020b), um mapa do ambiente operacional, suposições assumidas no planejamento (ESTADOS UNIDOS, 2014), entre outras.

O Cmt e seu EM analisam cada LA separadamente, de acordo com a orientação do Cmt (ESTADOS UNIDOS, 2013) para identificar dificuldades, problemas de coordenação e as prováveis consequências das ações planejadas (ESTADOS UNIDOS, 2014). Em linhas gerais, o Confronto pode ser dividido em quatro etapas: preparação, condução, avaliação dos resultados e construção dos produtos (ESTADOS UNIDOS, 2020b).

A primeira etapa — Preparação — estabelece as bases para a condução do Confronto. O Cmt e seu EM definem o escopo, o ambiente operacional e o método para conduzir o Confronto (AUSTRÁLIA, 2019). As doutrinas sugerem diferentes métodos de condução, cada um evidenciando um dos fatores operacionais do planejamento militar: tempo, força ou espaço. Os métodos que destacam o fator tempo consideram as fases ou as ações sequenciais de cada LA (BRASIL, 2020a, 2024; ESTADOS UNIDOS, 2020b; OTAN, 2019a). O Confronto por fases analisa as ações mais significativas em cada fase da LA, enquanto o Confronto por ações

considera as ações de forma sequencial, em intervalos de tempo discretos, geralmente dia a dia. Os métodos que destacam o fator força concentram-se nos eventos críticos (BRASIL, 2024; ESTADOS UNIDOS, 2013, 2016a, 2020b) ou pontos de decisão (OTAN, 2019a). Os eventos críticos estão associados às ações essenciais que exigem uma análise detalhada para o cumprimento da missão (ESTADOS UNIDOS, 2020b), enquanto os pontos de decisão são pontos no tempo ou no espaço em que o Cmt deve tomar uma decisão crítica (ESTADOS UNIDOS, 2020a). Os métodos que destacam o fator espaço dividem o ambiente operacional em áreas (BRASIL, 2024; ESTADOS UNIDOS, 2013, 2014, 2016a; OTAN, 2019a): cinturões (*belts*) com uma mesma largura, eixos de progressão (*avenues in depth*) no tempo ou áreas críticas (*boxes*). Nesses métodos, as ações são analisadas sequencialmente nas respectivas áreas. As doutrinas brasileiras (BRASIL, 2020a, 2024) ainda sugerem que o Ch EM, como coordenador do Confronto, pode sugerir qualquer outro método de condução, por exemplo, por pontos decisivos (não confundir com pontos de decisão) que também destacam o fator força. A Tabela 5.3 relaciona os métodos de condução do Confronto para cada fator operacional do planejamento militar.

Tabela 5.3: Métodos de Condução do Confronto

Método	**Fator Operacional**
ações sequenciais, fases	Tempo
eventos críticos, pontos de decisão, pontos decisivos	Força
box, *belt*, *avenue-in-depth*	Espaço

A execução propriamente dita do Confronto ocorre na etapa da Condução. Fazendo uma analogia aos jogos, esta etapa representaria uma partida de um jogo. Na condução, o Cmt e seu EM determinam onde e quando empregar as capacidades das forças amigas e inimigas, gerenciam os riscos e analisam a sustentação logística da LA. Primeiramente, o Cmt explica ao EM o cenário que originou a situação. Em seguida, o oficial de Operações apresenta a LA a ser analisada, enquanto o oficial de Inteligência expõe a Psb Ini para contrapor a LA. Então, inicia-se o Confronto, que será conduzido em turnos que descrevem movimentos alternados entre a LA e a Psb Ini. O Ch EM coordena os participantes e a dinâmica do Confronto. O Cmt julga as decisões do seu EM considerando os processos doutrinários e sua própria experiência.

Um turno expressa as interações de movimento que o EM realiza em cada área de interesse ou elemento da LA, por exemplo, fases ou pontos decisivos. Cada turno geralmente é composto por três movimentos alternados: ação, reação e contrarreação. No entanto, o Ch EM pode permitir movimentos adicionais em cada turno, conforme considerar necessário para determinar a eficácia de cada LA. As ações são

eventos iniciados pelo lado que possui a iniciativa dos movimentos no turno. As reações são as respostas do oponente às ações. As contrarreações são as respostas de quem iniciou as ações diante das reações (ESTADOS UNIDOS, 2013). Os turnos se sucedem até que o Ch EM assegure que as ações da LA são eficazes contra a Psb Ini ou que algum outro critério de avaliação seja atingido.

Essas interações baseadas em turnos são a abordagem mais simples e comum no *design* de jogos de guerra. Em um movimento, um time expõe suas ações enquanto o time oponente espera e observa. Os movimentos alternados também refletem a natureza das operações militares reais, nas quais ações ofensivas e contraofensivas alternadas são mais comuns do que ataques simultâneos (SABIN, 2012). A Figura 2.6 demonstrou a dinâmica da condução do Confronto.

Na etapa da Avaliação dos Resultados, o Cmt e seu EM aprimoram as LA, que serão comparadas na fase seguinte do processo de planejamento. Portanto, o principal resultado de cada Confronto é uma LA mais consistente e refinada. As doutrinas também apontam outras saídas que contribuem para aprimorá-las: identificação das vantagens e desvantagens, pontos decisivos, eventos críticos, ações, variantes e gerenciamento de riscos. Outras possíveis saídas incluem alvos candidatos, ações alternativas e de apoio (BRASIL, 2020a); conclusões dos juízes (OTAN, 2019a); e atualização das premissas (ESTADOS UNIDOS, 2014). Se houver tempo, realiza-se uma análise em forma de *briefing* para garantir que todo o EM compreenda os resultados e aspectos relevantes do Confronto (ESTADOS UNIDOS, 2014).

Por fim, a etapa da Construção dos Produtos envolve a criação de artefatos que também contribuirão para decidir qual LA será adotada no fim do processo de planejamento. Os produtos comumente gerados a partir do Confronto são uma matriz de sincronização das ações no espaço e no tempo, modelos de suporte à decisão e planilhas que apoiam o planejamento (ESTADOS UNIDOS, 2020b). A Figura 5.16 apresenta uma síntese dos artefatos produzidos e atualizados durante o Confronto e também indica algumas atividades que o EM realiza em cada etapa.

Embora as doutrinas estrangeiras apresentem mais informações sobre o Confronto e tenham permitido uma melhor compreensão dos métodos de condução, ainda era necessário entender como as Forças Armadas brasileiras os conduziam, especialmente considerando as particularidades do PPC (BRASIL, 2020a). Nesse sentido, foram coletadas informações por meio de observação direta (JOHANNESSON e PERJONS, 2021) dos Confrontos realizados em dois exercícios de planejamento na EGN e por entrevistas com oficiais que participaram desses exercícios. Nesses exercícios, o Confronto teve um propósito didático, com o objetivo de analisar as decisões do EM e estimular a iniciativa, a criatividade, ideias, argumentos e debates entre os oficiais.

O primeiro exercício foi um adestramento conjunto entre o Exército, a Marinha

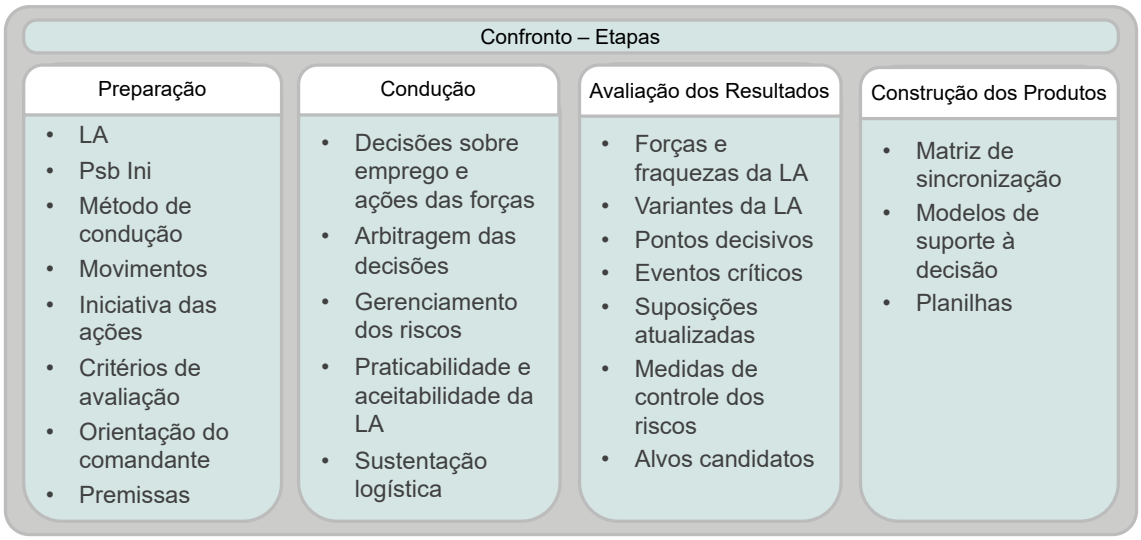

Figura 5.16: Síntese do modelo do processo do Confronto

e a Força Aérea. Os oficiais foram divididos em grupos, cada um constituindo um Comando Conjunto (CCJ), responsável por executar seu próprio planejamento. Essa configuração permite a elaboração de mais estratégias, ou seja, LA para abordar o cenário em estudo. Cada CCJ possui um Cmt e seu EM. Os instrutores têm seus próprios critérios para definir quem assumirá cada função no exercício — um tema que está fora do escopo desta pesquisa. As escolas militares valorizam a meritocracia, escolhendo os oficiais com melhor desempenho para assumir as funções no EM. Assim, os oficiais mais bem classificados no curso assumem os cargos de Cmt e, em seguida, os de Ch EM. Os oficiais das seções do EM também são selecionados com base na classificação no curso, porém os instrutores também consideram o histórico profissional, visto que, no início do curso, os oficiais informam seus conhecimentos e em qual seção preferem atuar.

Os instrutores reforçaram aos CCJ que o objetivo do Confronto é aprimorar a LA, o que inclui identificar as vantagens, desvantagens, variantes, riscos e outras melhorias. Em cada EM, observou-se a colaboração entre os oficiais para aprimorar as LA; porém, os oficiais de Inteligência concentraram-se em expor as ações das Psb Ini. Devido ao curto tempo destinado ao exercício, cada EM selecionou duas LA e duas Psb Ini para serem confrontadas. Seguindo as orientações doutrinárias, os EM escolheram a Psb Ini mais provável e a mais perigosa. Esse prazo reduzido serve, inclusive, para pressionar os jogadores a tomarem as decisões.

A condução do Confronto foi observada em quatro CCJ, os quais serão indicados simplesmente como CCJ1, CCJ2, CCJ3 e CCJ4. Cada um tinha autonomia para decidir os instrumentos usados para apoiar a atividade, o método de condução, a quantidade de movimentos por turno, quem teria a iniciativa das ações — a força amiga (Azul) ou o inimigo (Vermelho) — e os critérios de avaliação, embora o PPC

recomende que cada turno tenha três movimentos (ação, reação e contrarreação) e que a força amiga inicie as ações.

Os instrutores indicaram que, caso o EM tenha pouca ou nenhuma experiência em planejamento militar, recomenda-se que escolham três movimentos e que o Azul inicie as ações. Por outro lado, se o EM for mais experiente, se a LA for defensiva ou se o tempo destinado ao Confronto for restrito, os instrutores sugerem que escolham dois movimentos e que o Vermelho inicie as ações. Assim, a dinâmica do Confronto oferecerá a última palavra (decisão) do turno ao Azul, possibilitando o aprimoramento da LA. Os instrutores também explicaram que o método é flexível, pois permite que a iniciativa das ações seja definida a cada turno; entretanto, a quantidade de movimentos definida inicialmente deve ser considerada como mínima para todos os turnos.

O CCJ1 optou por conduzir o Confronto por pontos decisivos. Embora a doutrina brasileira não cite esse método, os instrutores incentivam os EM a escolhê-lo. A área operacional era representada por um mapa fixado na parede e as unidades eram miniaturas feitas de papel com adesivo. O CCJ1 também decidiu realizar dois movimentos por turno: ação e reação, sendo que o Vermelho iniciava as ações. Logo, em cada turno, um oficial de Inteligência primeiramente posicionava as unidades inimigas no mapa e revelava sua ação; em seguida, um oficial de Operações posicionava suas unidades e explicava suas reações.

O CCJ2 também optou por conduzir o Confronto nos pontos decisivos; porém, decidiu realizar três movimentos por turno, sendo o time Azul responsável por iniciar as ações. O CCJ2 criou uma apresentação de *slides* para apoiar a atividade que foi projetada na parede. Cada *slide* correspondia a um turno e continha um mapa da área operacional, além de pequenas imagens que representavam as unidades amigas e inimigas. Os oficiais de Operações e Inteligência selecionavam suas unidades, arrastavam-nas sobre o mapa e explicavam suas ações.

O CCJ3 e o CCJ4 escolheram o método por fases, definiram três movimentos por turno e assentaram o mapa da área operacional sobre uma mesa. Marcadores representavam as unidades amigas e inimigas que eram posicionadas no mapa. No CCJ3, o Ch EM decidiu qual time iniciaria as ações em cada turno e permitiu adicionar movimentos em alguns turnos para melhor avaliar a eficácia da LA. No CCJ4, o Azul iniciava as ações e o mapa também era projetado na parede para facilitar a visualização do EM.

Nos quatro CCJ, tanto o Azul quanto o Vermelho consideravam fatores tempo e distância para decidir suas ações, ou seja, utilizavam modelos físicos e logísticos para avaliar a praticabilidade da LA (BRASIL, 2020a). Ao final de cada turno, os EM faziam anotações e tiravam conclusões para aprimorá-la. Dessa forma, o EM observava as ações planejadas e avaliava os riscos para sincronizar ações; podia

antecipar, adiar, incluir ou excluir um ponto decisivo, alterar as posições ou as ações das unidades amigas; ou até mesmo descartar a LA.

O segundo exercício foi um adestramento singular da Marinha, com o objetivo de treinar os oficiais para o controle de uma operação naval planejada. As atividades incluíam manobras navais e a retirada da área operacional. Os instrutores dividiram os oficiais em Forças-Tarefa (FT), que também eram constituídas por um EM. Esse exercício ocorreu durante um curso de curta duração, no qual os instrutores priorizaram a experiência prévia dos oficiais em detrimento da classificação no curso ao definir suas funções nos EM. Os Confrontos foram acompanhados em duas FT (FT1 e FT2) e realizados por videoconferência em duas salas virtuais. Em cada sala, um integrante do EM compartilhou uma apresentação de *slides*, ou seja, ambos utilizaram o mesmo instrumento do CCJ2 para conduzir a dinâmica do Confronto.

A FT1 e a FT2 optaram por conduzir o Confronto nos pontos de decisão e o Azul iniciou as ações nos turnos. No entanto, a FT1 definiu dois movimentos por turno, enquanto a FT2 definiu três movimentos. A Figura 5.17 apresenta um *slide* obtido da apresentação da FT2, que mostra o posicionamento das unidades de Azul e Vermelho na área operacional, sendo que as unidades Azuis pretendem cercar e interceptar as unidades Vermelhas. Os instrutores criticaram a decisão da FT1, pois a dinâmica adotada concedia o último movimento dos turnos ao Vermelho e, consequentemente, comprometia a análise das LA, incluindo as ações do Azul e as decisões do Cmt.

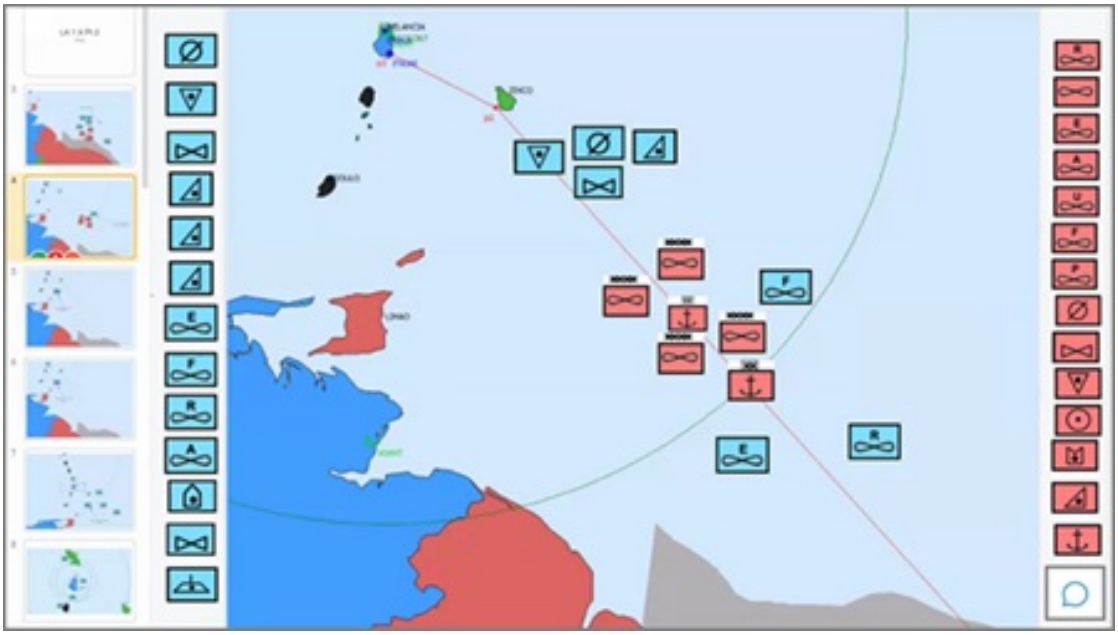

Figura 5.17: Captura da tela de um movimento do Confronto em um exercício naval

A Tabela 5.4 reúne as diferentes dinâmicas do Confronto definidas nesses dois exercícios de planejamento. Ela apresenta os métodos de condução, os movimen-

tos por turno e a iniciativa das ações nos turnos para os CCJ e FT descritos nos exercícios.

Tabela 5.4: Dinâmica dos Confrontos observados nos exercícios de planejamentos

EM	Método	Movimentos	Iniciativa
CCJ1	Pontos Decisivos	Ação - Reação	Vermelho
CCJ2	Pontos Decisivos	Ação - Reação - Contrarreação	Azul
CCJ3	Fases	Ação - Reação - Contrarreação	Azul ou Vermelho
CCJ4	Fases	Ação - Reação - Contrarreação	Azul
FT1	Pontos Decisivos	Ação - Reação	Azul
FT2	Pontos Decisivos	Ação - Reação - Contrarreação	Azul

5.2.4 Demonstração do Artefato

O artefato construído neste ciclo é a modelagem de processos que descreve as etapas e as atividades para conduzir o Confronto, assim como as entradas e saídas de cada etapa. O *design* do método atingiu os objetivos deste ciclo de DSRM, após algumas interações de coleta e análise de dados, e foi avaliado por especialistas em planejamento militar.

O Confronto foi modelado no formato BPMN (OMG, 2014). Primeiramente, definiu-se o processo principal composto pelas mesmas quatro etapas descritas na doutrina Joint Planning (ESTADOS UNIDOS, 2020b): Preparação, Condução, Avaliação dos Resultados e Construção dos Produtos. A Figura 5.18 ilustra o processo principal, representando suas etapas como subprocessos e ainda indicando algumas de suas entradas e saídas. A seguir, os subprocessos serão melhor compreendidos, detalhando suas atividades.

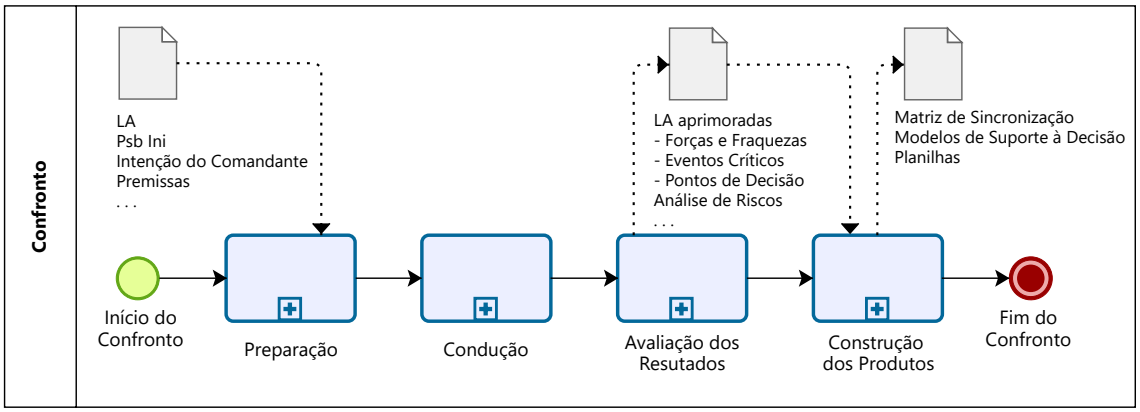

Figura 5.18: Processo Principal do Confronto

A Preparação tem início com a definição da composição do EM responsável por conduzir o planejamento e, consequentemente, o Confronto. Em seguida, define-se

a data e o horário para iniciar o Confronto (ESTADOS UNIDOS, 2016a). Essas duas definições são realizadas pelos instrutores em exercícios de planejamento ou pelo Comando Superior em planejamentos reais.

Esse subprocesso detalha as principais atividades das quais o EM participa para fornecer os insumos necessários à condução do Confronto. O Cmt e o Ch EM definem o método de condução, como fases, pontos decisivos ou eventos críticos; técnicas para registrar e exibir os resultados; e critérios de avaliação para reduzir a subjetividade nas análises das LA (ESTADOS UNIDOS, 2020b). Eles também listam premissas sobre a situação atual e antecipam possíveis eventos futuros (ESTADOS UNIDOS, 2014). Os oficiais de Operações integram o time Azul, definem as LA que serão confrontadas, destacando seus eventos críticos e pontos de decisão, e listam unidades que podem ser empregadas (ESTADOS UNIDOS, 2013). Uma análise prévia das capacidades das unidades identifica as mais adequadas para o cumprimento da missão. Por fim, os oficiais da Inteligência integram o time Vermelho, definem as Psb Ini que serão confrontadas e selecionam as unidades inimigas envolvidas. A Figura 5.19 detalha este subprocesso.

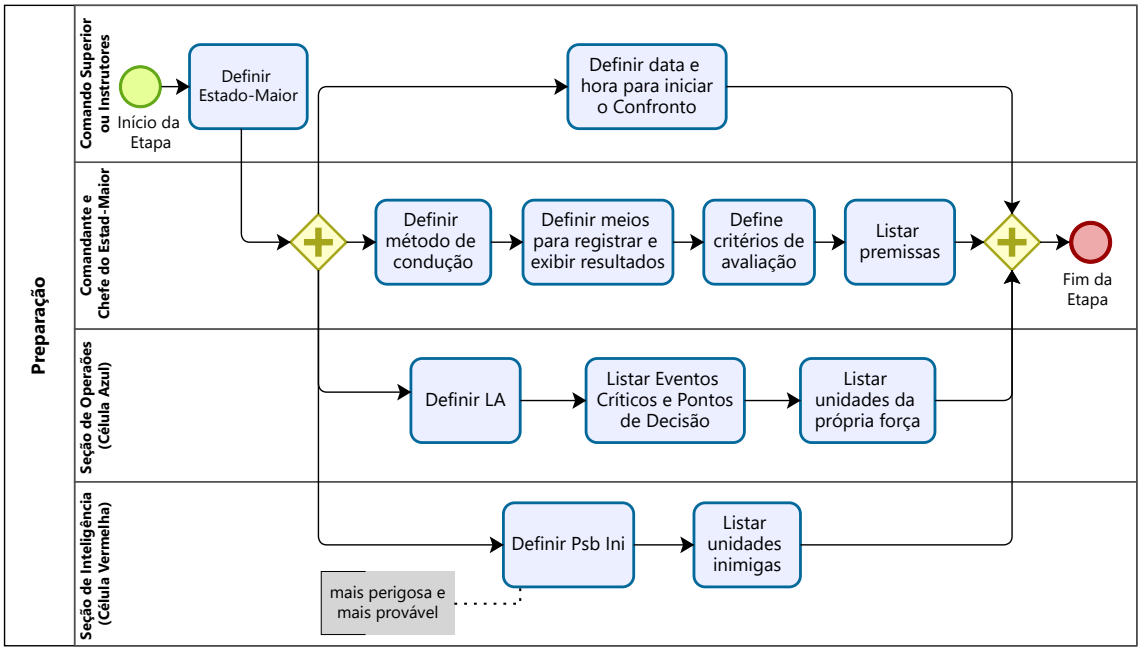

Figura 5.19: Subprocesso da etapa de Preparação para o Confronto

O subprocesso de Condução tem início na data e hora definidas no subprocesso anterior. O Cmt e seu EM colaboram para conduzir o Confronto. Primeiramente, anunciam e descrevem a LA que será confrontada. Em seguida, anunciam e também descrevem a Psb Ini. Na sequência, os times Azul e Vermelho iniciam as interações de movimento nos turnos. Um turno está associado ao método de condução e pode corresponder a uma área de interesse ou a um elemento da LA, como uma fase ou uma ação. Por exemplo, se o método de condução for por fases e a LA possuir

quatro fases, então o Confronto será realizado em quatro turnos. Os turnos seguem até que o EM analise todos os elementos da LA, todas as áreas de interesse, ou até que sejam atingidos um ou mais critérios de avaliação.

Durante essas interações, o EM avalia continuamente a praticabilidade da LA e analisa seus riscos. A qualquer momento, o EM pode decidir revisar a LA, mas também pode rejeitá-la caso se mostre impraticável, o que resulta na suspensão do Confronto.

Após concluir os turnos, o EM seleciona outra LA e outra Psb Ini para iniciar um novo Confronto. Esse subprocesso se repete enquanto houver uma LA a ser confrontada diante de uma Psb Ini. A Figura 5.20 descreve todo esse subprocesso.

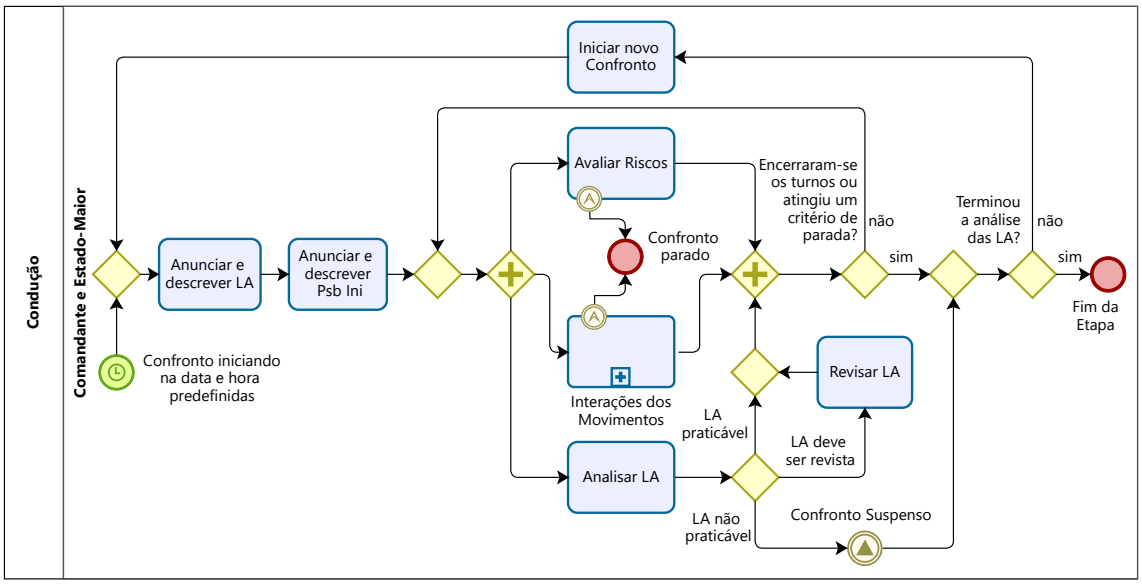

Figura 5.20: Subprocesso da etapa de Condução do Confronto

As interações dos movimentos também podem ser analisadas como um subprocesso. Primeiramente, o Ch EM deve definir qual time — Azul ou Vermelho — terá a iniciativa das ações em todos os turnos ou em cada turno. O time escolhido inicia as interações de movimento, realizando a primeira ação; o time oposto reage e, em seguida, o time inicial contra-ataca. Essa interação geralmente é composta por três movimentos, mas o Ch EM pode autorizar movimentos adicionais para avaliar a eficácia da LA.

Durante as interações, o Ch EM coordena as ações de ambos os lados, e o Cmt julga as ações (de combate) entre os times. O Ch EM também designa um membro do EM para ficar responsável pelo registro das decisões, resultados e conclusões. Nos exercícios de planejamento, os instrutores analisam as decisões de ambos os times, mas com foco no time Azul, uma vez que o objetivo é avaliar e aprimorar a LA. Eles também podem interromper o Confronto a qualquer momento para criticar ou elogiar as decisões do Cmt, ou ainda apontar falhas na condução do método, caso o

grupo não esteja seguindo as diretrizes doutrinárias. A Figura 5.21 apresenta esse subprocesso que se concentra nas interações entre um oficial designado da seção de Operações (Azul) e outro da seção de Inteligência (Vermelho).

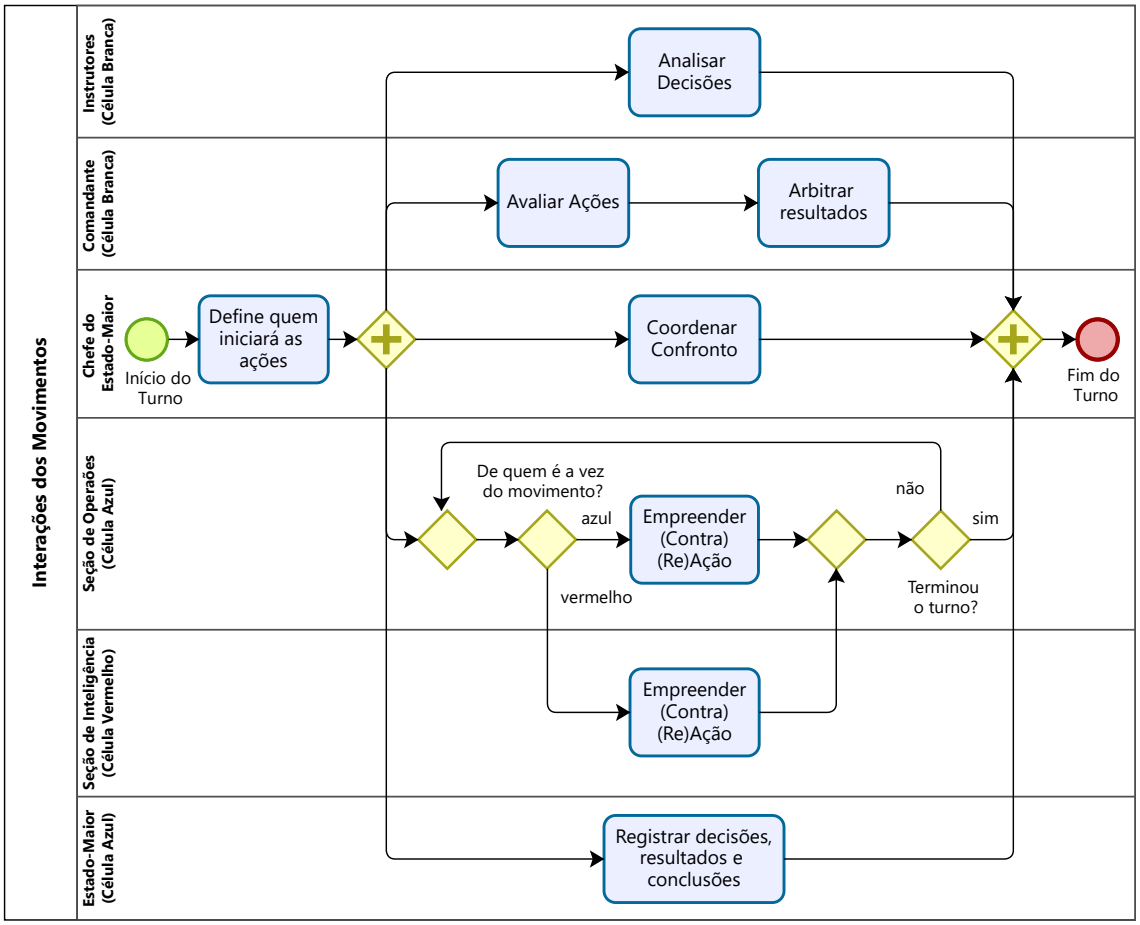

Figura 5.21: Subprocesso da Interações nos Movimentos

No subprocesso Avaliação dos Resultados (Figura 5.22), o Cmt e o EM identificam as conclusões do Confronto, refinando as fases, pontos decisivos e ações da LA, e apresentam eventos críticos, variantes e o gerenciamento dos riscos. Eles ainda realizam uma análise em forma de *briefing* para garantir que todos os dados relevantes foram registrados e que todo o EM compreendeu os resultados (ESTADOS UNIDOS, 2014).

No último subprocesso, Construção dos Produtos (Figura 5.23), o EM confecciona e organiza os produtos a partir dos resultados do Confronto. Esses produtos incluem uma matriz de sincronização, modelos de suporte à decisão e planilhas.

5.2.5 Avaliação do Artefato

A avaliação da modelagem dos processos do Confronto também compreende atividades de verificação e validação. A verificação analisou a qualidade sintática,

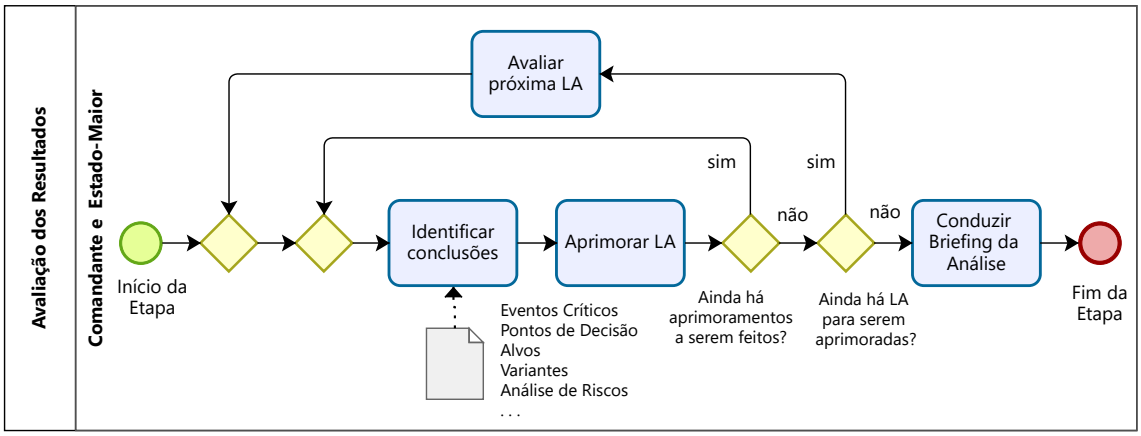

Figura 5.22: Subprocesso da etapa de Avaliação dos Resultados

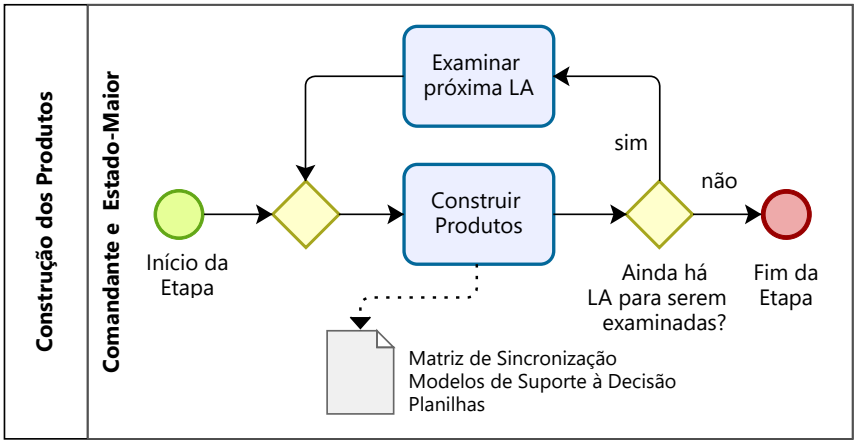

Figura 5.23: Subprocesso da etapa de Construção de Produtos

adotando critérios de coerência e consistência no processo principal e nos subprocessos (GRUBER, 1995) para avaliar a notação e as regras formais entre os elementos do modelo. A qualidade sintática foi verificada no software Bizagi, que dispõe de recursos para verificar se o modelo segue as regras da BPMN e conferir possíveis erros de consistência, como eventos sem saída, tarefas sem entrada, *gateways* ou outros elementos mal conectados, entre outros.

A validação analisou a qualidade semântica para garantir a fidelidade ao processo. Esta análise adotou alguns critérios que avaliaram o modelo quanto à sua clareza, compreensão (GRUBER, 1995) e eficiência; completude e detalhamento, verificando se foram incluídas todas as atividades e exceções necessárias (MARCH e SMITH, 1995); e ao alinhamento estratégico do método do Confronto com o processo de planejamento militar.

O método utilizado na avaliação da qualidade semântica foi a revisão de especialistas, uma vez que os modelos foram validados junto aos envolvidos no processo. Nesse sentido, a construção dos modelos do processo foi acompanhada e validada por instrutores de planejamento militar da EGN, também de forma iterativa ao final

de cada ciclo de coleta, ordenação e análise dos dados. Foram agendadas reuniões presenciais para examinar o processo e validar a semântica, a coerência, a estrutura, as regras de negócio, as entradas e as saídas do modelo. Na primeira reunião com cada especialista, apresentava-se, de forma sucinta, o propósito do modelo, incluindo a formalização das atividades e as possibilidades de flexibilização do método do Confronto. Nas reuniões subsequentes, as atividades envolveram validar se o modelo representa o conhecimento real do processo e percorrer o fluxo passo a passo para verificar a correta utilização de atividades, gateways e eventos. Além disso, analisou-se o encadeamento lógico dos fluxos, as condições de entrada e saída de cada etapa e as responsabilidades atribuídas aos atores envolvidos, explicando quem executa cada atividade, quando ocorre cada evento e quais decisões são tomadas nos gateways. Por fim, buscou-se assegurar que as regras de negócio estivessem corretamente representadas nesses elementos.

Os resultados de cada reunião indicavam as necessidades de correção e evolução do modelo; assim, as inconsistências encontradas e as sugestões dos especialistas eram registradas. Após realizar os ajustes, o modelo incremental era apresentado e revalidado no encontro seguinte. Ao término do processo, os especialistas confirmaram que a modelagem de processos do Confronto foi representada de forma satisfatória.

5.2.6 Comunicação dos Resultados

O seguinte artigo foi publicado e apresentado na conferência para comunicar os resultados obtidos neste ciclo de pesquisa:

- OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2022, "On the Design of Educational Course of Action Wargaming". Em: Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL Conference (ABSEL 2022), v. 49, pp. 29–46, Março.

Outro estudo relacionado a esse ciclo refere-se à análise da etapa de Exame de Situação do PPC, na qual o Confronto está inserido, sob uma perspectiva da gestão de conhecimento. Esta análise contribuiu para a compreensão dos insumos para a Preparação e Condução do Confronto, bem como o papel dos resultados do Confronto para as etapas subsequentes do processo de planejamento.

- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., XEXÉO, G., et al., 2019, "Analyzing Knowledge Codification for Planning Military Operations". Em: 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pp. 2620–2625, Outubro, doi: 10.1109/SMC.2019.8914150.

5.3 Ciclo III - *Design* do Jogo do Confronto

Esta seção apresenta o terceiro ciclo de DSRM conduzido nesta pesquisa (Figura 4.7). O principal objetivo deste ciclo foi projetar um jogo sério, inspirado nos conceitos e recursos dos jogos de guerra, para conduzir o Confronto. Nesse sentido, desenvolveu-se um protótipo para o jogo que implementa o método definido no ciclo anterior. O jogo implementa mecânicas para aprimorar a LA confrontada e registra as interações e as decisões dos jogadores. Para avaliá-lo, realizou-se uma pesquisa qualitativa com especialistas em planejamento militar ou em jogos de guerra, visando obter sugestões para melhorar sua aplicabilidade e relevância.

5.3.1 Objetivos e Requisitos

Os objetivos deste terceiro ciclo da pesquisa são construir um jogo sério, inspirado nos conceitos e recursos dos jogos de guerra, para conduzir o Confronto (OE6) e incorporar um modelo de proveniência para registrar e analisar as decisões dos jogadores (OE7). O jogo será projetado a partir das ontologias de jogos de guerra e da modelagem de processos do Confronto, que foram construídos nos ciclos anteriores. O estudo das mecânicas dos jogos de guerra e das emoções que eles provocam nos jogadores também subsidiou a implementação dos requisitos do jogo (OURIQUES *et al.*, 2021).

Para atingir estes objetivos, foram definidos os seguintes requisitos a serem contemplados na implementação do jogo do Confronto neste ciclo.

- Representar o Confronto como um jogo de guerra;
- Cadastrar exercícios para realizar planejamentos militares, caracterizando-os por um nome e um enunciado da missão;
- Descrever o cenário e a área operacional (ambiente) do exercício e listar os objetivos;
- Criar diversas sessões para cada exercício, assim diferentes EM podem elaborar suas próprias LA, visando atingir os objetivos;
- Em cada sessão, o EM pode criar e carregar Confrontos;
- Criar os turnos de um Confronto automaticamente, considerando o método de condução e a descrição da LA;
- Definir quem terá a iniciativa das ações em cada turno: Azul ou Vermelho;
- Posicionar as unidades amigas do Azul e inimigas do Vermelho na área operacional e reposicioná-las ao longo dos movimentos de cada turno;
- Adicionar movimentos em um turno até o Cmt ou o Ch EM julgar que as interações ainda devem ser analisadas; e

- Registrar as decisões do Cmt em cada movimento do turno.

5.3.2 Estado da Arte

Esta seção apresenta estudos que aplicaram o método do Confronto em atividades de planejamento, incluindo jogos de guerra e simuladores desenvolvidos para a análise de LA com propósitos didáticos e analíticos. A maioria desses estudos também foi citada no ciclo anterior.

O jogo de guerra naval de WALDENSTRÖM (2012) é composto pelas fases de *design* do cenário, planejamento, execução e análise. O planejamento compreende a elaboração das LA e Psb Ini, enquanto a execução apresenta dinâmicas semelhantes às do Confronto. GUARDA *et al.* (2017) investigaram a viabilidade de um ambiente computacional para jogos de guerra estratégicos. Nesse jogo, as LA são confrontadas com as Psb Ini em eventos críticos, e as tarefas e decisões são registradas em planilhas.

HANLEY JR. (2017) e HERNANDEZ (2015) propuseram aplicar a Teoria dos Jogos para representar a sequência de ações, reações e contrarreações do Confronto em uma árvore de decisão. No entanto, alertaram que as recompensas (*payoffs*) das decisões são difíceis de quantificar e que limitar as opções de decisão restringiria a natureza exploratória dos jogos de guerra.

XU *et al.* (2022) apresentaram o MiaoSuan, uma plataforma integrada de jogos de guerra que oferece diversos ambientes de jogo com diferentes cenários e tarefas, além de suportar tanto a jogadores humanos quanto o emprego de agentes automatizados. O *design* do jogo sério do Confronto apresentado nesse ciclo também permite que *game designers* criem exercícios de planejamento militar que suportem diferentes cenários, unidades e áreas operacionais.

Por outro lado, HOFMANN e LEHMANN (2007) simularam as consequências das LA com propósitos analíticos. Processos estocásticos foram utilizados para gerar parâmetros estatísticos. Os resultados indicaram que a avaliação das LA no nível operacional tende a ser subjetiva, uma vez que muitos parâmetros são difíceis de quantificar. LOWIS e BARLOW (2003) utilizaram uma simulação baseada em agentes para aprimorar o Confronto. Eles apontaram um ganho claro na consciência situacional e uma redução no tempo de realização do método. BORON e DARKEN (2020) propuseram agentes de IA para otimizar o comportamento das ações em combates de pequena escala.

Por fim, VAN DEN BERG e ROBERTSON (2019) apresentaram o design de um jogo de guerra analítico que aborda os desafios de mitigação de ataques de negação de serviço (*Distributed Denial of Service*) por meio de uma combinação de planejamento baseado na Teoria dos Jogos, controle estocástico de ações, análises

em tempo real de serviços e redes, e execução de ações sob demanda em nuvem. O jogo possibilita criar e aprimorar as LA para defesa cibernética contra tais ataques, em que os jogadores definem as ações de proteção, quando elas serão implementadas no cenário e com quais parâmetros serão configuradas.

As contribuições deste ciclo de pesquisa para o estado da arte foram a implementação da modelagem do processo do Confronto em um jogo sério e a representação do Confronto como um jogo de guerra didático com informações abertas, conduzido em turnos que descrevem movimentos sequenciais de Azul e Vermelho. A arbitragem é livre, baseada no julgamento do Cmt. O *design* do jogo foi estruturado a partir das ontologias que descrevem as fases do processo de *design* de um jogo de guerra.

5.3.3 *Design* e Desenvolvimento

Esse ciclo iniciou o desenvolvimento de um artefato digital — um jogo sério — para apoiar a condução do Confronto, inspirado nos jogos de guerra didáticos. Segundo a DS, o jogo representa uma instanciação de um artefato computacional, ou seja, a execução do artefato em seu ambiente, que operacionaliza e orienta a utilização de construtos, modelos e métodos (DRESCH *et al.*, 2015). Nesta pesquisa, o jogo operacionaliza o construto de termos dos jogos de guerra, as ontologias das fases do processo de *design* de jogos de guerra e a modelagem dos processos do Confronto construídos nos dois primeiros ciclos, validando, de certa forma, esses artefatos.

Considerando que jogos podem ser compreendidos como sistemas de informação (XEXÉO *et al.*, 2021), o jogo foi desenvolvido sob uma perspectiva sistêmica, procurando também seguir uma metodologia de *design* de jogos sérios (MANGELI *et al.*, 2022). Primeiramente, foi construído um modelo conceitual do Confronto a partir das ontologias de jogos de guerra e da modelagem de processos do Confronto. Em seguida, foram implementadas as primeiras mecânicas do jogo, que permitiram ao EM formular suas LA e Psb Ini, alocar as unidades na área operacional e registrar as decisões do Cmt.

As características dos jogos de guerra (Figura 5.6) podem ser identificadas no jogo do Confronto, conforme apresentadas na Tabela 5.5. O jogo possui *propósito didático* para analisar as decisões do Cmt, subsidiadas pelo seu EM. Uma vez que a motivação da pesquisa foi simular a análise das LA no PPC, o jogo privilegia o *nível operacional*, mas tem potencial de também atender aos outros níveis decisórios. O jogo é *assistido por computador* e conduzido no *formato sistêmico*, seguindo o método descrito no ciclo anterior. Trata-se de um jogo *unilateral*, uma vez que o EM atua como um único time, embora a seção de Inteligência desempenhe o papel do inimigo. O jogo é *cooperativo*, visto que os jogadores compõem um EM e empreendem esforços para

aprimorar a LA. A progressão do tempo avança *em turnos* e a duração do jogo é *predefinida*, correspondendo ao número de turnos. As *informações* são *abertas* de modo que as localizações das unidades amigas e do inimigo sejam visíveis a todo o EM, assim como as ações e intenções de movimento sejam expostas sequencialmente pelas seções de Operações e Inteligência. Por enquanto, o Cmt julga os resultados dos combates entre as unidades com base em sua experiência, ou seja, a *arbitragem* é *livre*, mas pretende-se incluir modelos e regras para apoiar a arbitragem e torná-la semirrígida.

Tabela 5.5: Confronto caracterizado como um jogo de guerra

Característica	**Classificação**
Propósito	Didático
Instrumento	Assistido por Computador
Nível Decisório	Operacional
Formato	Sistêmico
Número de lados	Unilateral
Cooperação	Cooperativo
Duração	Predefinida
Progressão do Tempo	Em Turnos
Movimento do Jogador	Sequencial
Limite da Informação	Aberta
Arbitragem	Livre

O jogo foi desenvolvido para ser acessado por meio de um navegador *web*. A interface da aplicação (*front-end*) foi implementada utilizando as tecnologias ReactJS, Bootstrap e CSS, sendo que o mapa da área operacional foi criado com o OpenLayers, um *framework* JavaScript para a criação de mapas interativos. O *back-end* foi implementado utilizando o LoopBack, que é um *framework* Node.js de código aberto e altamente extensível que permite criar APIs REST dinâmicas (RED HAT, INC., 2025) para comunicar o *front-end* com a camada de dados do sistema. Um banco de dados PostgreSQL registra as informações de proveniência do jogo. Este banco ainda utilizou a extensão PostGIS para armazenar as localizações georreferenciadas das unidades.

Em seguida, o jogo foi avaliado por meio de uma pesquisa qualitativa (CRESWELL, 2013), visando utilizar o potencial dessas pesquisas, que comumente produzem dados ricos, detalhados e complexos (RITCHIE *et al.*, 2014); e aprofundar o entendimento do Confronto a partir da perspectiva e experiência dos militares. Este ciclo adotou uma abordagem mista de métodos, fundamentando-se em diretrizes e procedimentos propostos na literatura (CRESWELL, 2013; MILES *et al.*, 2014; RITCHIE *et al.*, 2014), que incluíram os seguintes passos:

- Definir tópicos da pesquisa;
- Formular perguntas abertas (*open-ended questions*) para a avaliação;
- Escolher o método de coleta de dados;
- Selecionar participantes;
- Estimar um período para a coleta de dados;
- Refinar as perguntas abertas para a avaliação;
- Coletar os dados;
- Registrar resultados;
- Analisar resultados; e
- Fazer uma síntese dos resultados.

Primeiramente, escolhemos os tópicos para abordar o fenômeno em estudo, ou seja, a avaliação do jogo. Em seguida, formulamos perguntas abertas para aprofundar a compreensão desses tópicos. Recomenda-se elaborar de cinco a sete perguntas que devem ser as mais neutras possível (TURNER, 2010), porém novas perguntas podem surgir durante a coleta de dados CRESWELL (2013).

Os métodos de coleta de dados incluem entrevistas, grupos focais e observações. Optou-se por entrevistas, pois elas permitem que os pesquisadores explorem em detalhes as experiências, motivações e opiniões dos participantes (RITCHIE *et al.*, 2014). Algumas recomendações foram seguidas para preparar o roteiro da entrevista e refinar os procedimentos e as perguntas por meio de um teste piloto. As entrevistas eram semiestruturadas, visto que foram definidas inicialmente sete perguntas, mas outras poderiam surgir ao longo das sessões (TURNER, 2010).

Pesquisas qualitativas geralmente envolvem pequenas amostras de pessoal. MILES *et al.* (2014) sugere um mínimo de cinco casos ricos para a amostragem, enquanto CRESWELL (2013) recomenda entre 20 e 30 participantes. No entanto, as entrevistas atingem o ponto de saturação a partir do momento em que os assuntos abordados nas respostas começam a se repetir. RITCHIE *et al.* (2014) alerta para a importância de definir o período para realizar a pesquisa, considerando prazos e janelas de oportunidade para o contato com os participantes. Então, após refinar as perguntas, foram entrevistados 12 especialistas em planejamento militar e jogos de guerra. As entrevistas foram gravadas para registrar suas respostas e sugestões. Por fim, analisou-se o conteúdo e fez-se uma síntese das respostas, identificando oportunidades de melhoria no *design* do jogo.

5.3.3.1 Modelo de Proveniência do Jogo

Esta subseção apresenta uma visão das principais classes do modelo conceitual do Confronto para registrar a proveniência dos dados do jogo, incluindo a atualização das localizações das unidades, interações e decisões dos jogadores ao longo dos turnos e movimentos. As ontologias que retrataram as fases do processo de *design* de jogos de guerra, sobretudo das fases de *Design* e Execução (Figuras 5.11, 5.12 e 5.13), inspiraram a construção do modelo.

A Figura 5.24 apresenta o diagrama de classes do modelo em UML. A notação das cores das classes neste diagrama é semelhante à utilizada nas UFO apresentadas no primeiro ciclo de DSRM. As classes em vermelho representam indivíduos (*Kinds*) ou papéis (*Roles*); as em azul, características (*Modes*) dos indivíduos; as em verde, relações (*Relators*) entre indivíduos; e as em amarelo, eventos (*Events*) que ocorrem em momentos ou intervalos de tempo. Além dessas, as classes em cinza definem um conjunto limitado de valores de referência ou de domínio. O Apêndice E fornece as definições de todas as classes presentes no modelo (Tabela E.1).

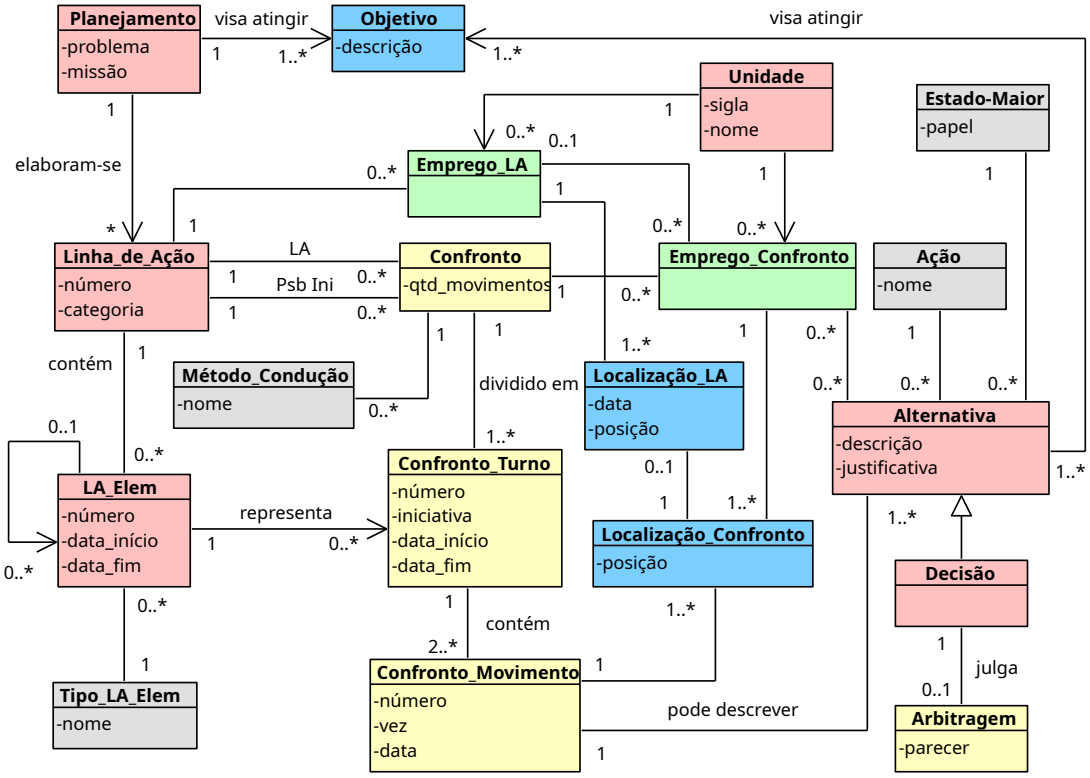

Figura 5.24: Diagrama de Classes do Modelo Conceitual do Confronto em UML

O modelo representa o Confronto como uma atividade realizada em um planejamento, seja ele real ou um exercício. Um planejamento é criado para resolver um problema (militar), sendo orientado a atingir objetivos e cumprir a missão.

As LA e Psb Ini são elaboradas no contexto de um planejamento. Elas caracterizam-se por um *número* e diferenciam-se entre uma LA ou uma Psb Ini

pelo atributo *categoria*. As LA são detalhadas por fases, pontos decisivos, efeitos e ações, que se caracterizam também por um *número* e por um intervalo de tempo (*data_ início* e *data_fim*). As Psb Ini também podem ser detalhadas por esses elementos, mas a seção de Inteligência, obviamente, terá dificuldades para descrevê-los. O EM e a seção de Inteligência definem as unidades que serão empregadas nas LA e nas Psb Ini, assim como atualizam suas localizações na linha do tempo. Essas informações estão associadas principalmente à etapa da Preparação do Confronto.

As entradas do Confronto são uma LA, uma Psb Ini, o método de condução e a quantidade de movimentos por turno. O método define o número de turnos do Confronto e está associado aos elementos da LA (por enquanto, fases e pontos decisivos). Uma vez definida a LA, os empregos das unidades e suas localizações são replicados para as respectivas classes no contexto do Confronto. No entanto, outras unidades podem ser empregadas no Confronto, assim como unidades podem ser desempregadas.

Um turno caracteriza-se por um *número*, por quem terá a *iniciativa* das ações (Azul ou Vermelho) e por um intervalo de tempo (*data_ início* e *data_fim*). Este intervalo refere-se ao elemento da LA, mas pode ser ajustado no Confronto. Os turnos compreendem interações de movimento alternadas entre o Azul e o Vermelho.

Um movimento de um turno é caracterizado por um *número*, uma *data* e por quem detém a *vez* das intenções de movimento. Assim, o Azul ou o Vermelho pode atualizar a localização de suas unidades em seu movimento.

No Confronto, as decisões são tomadas nos movimentos dos turnos em relação ao posicionamento das unidades e às ações que elas empreenderão. No modelo, uma decisão é efetuada a partir de uma escolha entre alternativas. Um membro do EM cadastra uma alternativa, detalhando-a por meio de uma *ação*, uma *descrição* e uma *justificativa*. A alternativa pode referir-se a um *movimento* ou, especificamente, a uma ou mais *unidades*. Assim, o modelo estrutura uma alternativa nas seguintes dimensões do método 5W1H (KIPLING, 1902): o que – *What* (ação), por que – *Why* (justificativa), onde – *Where* (localização), quando – *When* (momento), quem – *Who* (unidade), como – *How* (descrição), além de qual membro do EM a sugeriu.

As decisões podem ser analisadas pelos tutores (instrutores) do EM quando o Confronto for realizado em um exercício de planejamento. Assim, esse modelo de proveniência possibilita reproduzir um Confronto, permitindo análises das decisões do Cmt, apoiadas pelo seu EM e, consequentemente, compartilhando conhecimento organizacional.

O modelo foi implementado em um banco de dados e atualizado à medida que o protótipo do jogo sério do Confronto era desenvolvido. Ele era validado por meio dos testes das mecânicas do jogo, que incluíam o cadastro das LA, Psb Ini e Confrontos, bem como a consulta das informações inseridas.

5.3.4 Demonstração do Artefato

O jogo sério para conduzir o Confronto tem sido projetado como uma plataforma de treinamento para o planejamento militar. O jogo desenvolvido neste ciclo se concentra nas duas primeiras etapas do Confronto: Preparação e Condução (Figura 5.18). Ele tem como objetivo aprimorar as LA formuladas em um planejamento. O jogo permite o cadastro de exercícios (planejamentos), cada um contendo um nome e um enunciado de missão. Esses exercícios atendem a objetivos específicos, descrevem um cenário e uma área operacional, além de indicar as unidades envolvidas, tanto da própria força quanto do inimigo. Fatores políticos, econômicos, psicossociais e científico-tecnológicos descrevem esse cenário.

O jogo permite criar múltiplas sessões para um mesmo exercício, possibilitando que diferentes EM elaborem LA distintas para solucionar a missão. Cada sessão define seus agentes, ou seja, registra os participantes e seus papéis no jogo, incluindo os jogadores que compõem o EM e os instrutores. Cabe aos *game designers* estimar o poder relativo de combate, selecionando, assim, as unidades disponíveis da força para o EM elaborar suas LA, bem como as unidades inimigas para que a seção de inteligência proponha as Psb Ini.

Ao acessar o jogo do Confronto, ele lista as sessões dos exercícios em que o jogador atua como membro do EM. O jogador deve, então, selecionar a sessão do exercício na qual deseja aprimorar as LA. Após selecioná-la, o sistema apresenta a interface principal do Confronto, juntamente com as mecânicas disponíveis para as etapas de Preparação e Condução (Figura 5.25).

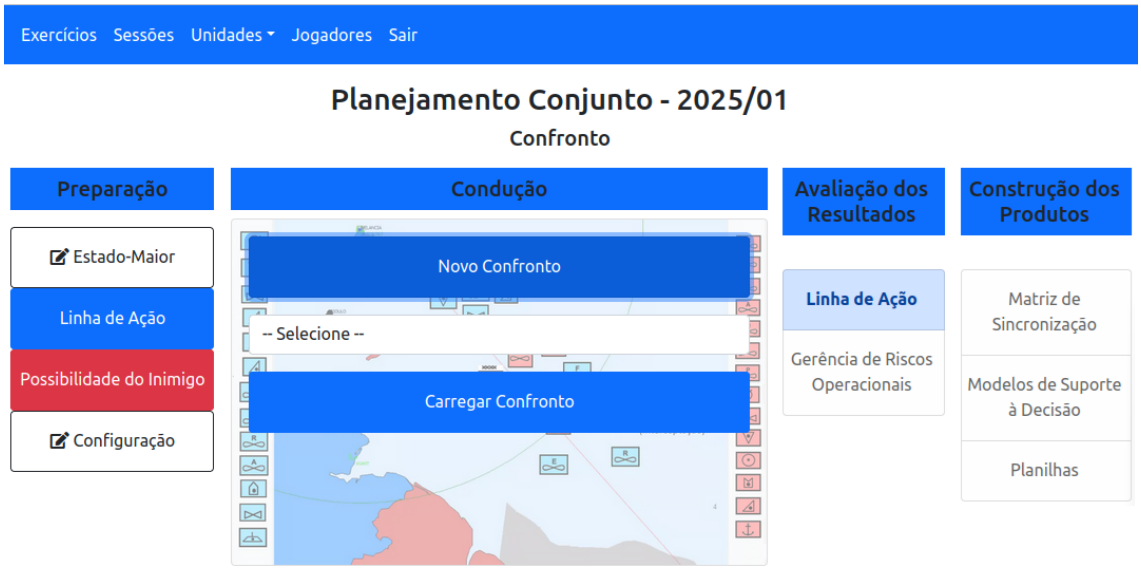

Figura 5.25: Tela Principal do Confronto

Na Preparação, o jogo apresenta um *briefing* do cenário para o EM e permite à seção de Operações formular as LA e à seção de Inteligência formular as Psb Ini.

Tanto as LA quanto as Psb Ini podem ser detalhadas em fases, pontos decisivos e ações. A seção de inteligência, obviamente, terá mais dificuldade em detalhar as Psb Ini diante da dificuldade de obter informações do inimigo.

Na fase de Condução, o jogo oferece interações entre as unidades da própria força (Azul) e do inimigo (Vermelho), como em um jogo de guerra. Os jogadores podem iniciar um novo Confronto, assim como carregar um anterior. Se o EM interromper (pausar) um jogo, ele poderá retomá-lo posteriormente. Além disso, quando um Confronto for concluído, o EM, os instrutores e outros agentes podem analisá-lo com propósitos didáticos.

Para criar um novo Confronto, o jogador deve, primeiramente, configurá-lo, selecionando a LA e a Psb Ini que serão confrontadas, o método de condução e o número de movimentos por turno. Foram implementados os métodos por fases e pontos decisivos, embora o jogo também liste os métodos por ações, eventos críticos e áreas (Figura 5.26). A estrutura da LA e o método de condução definem a quantidade de turnos do Confronto. Por exemplo, se o EM escolher o método por fases, o número de turnos será igual ao número de fases da LA.

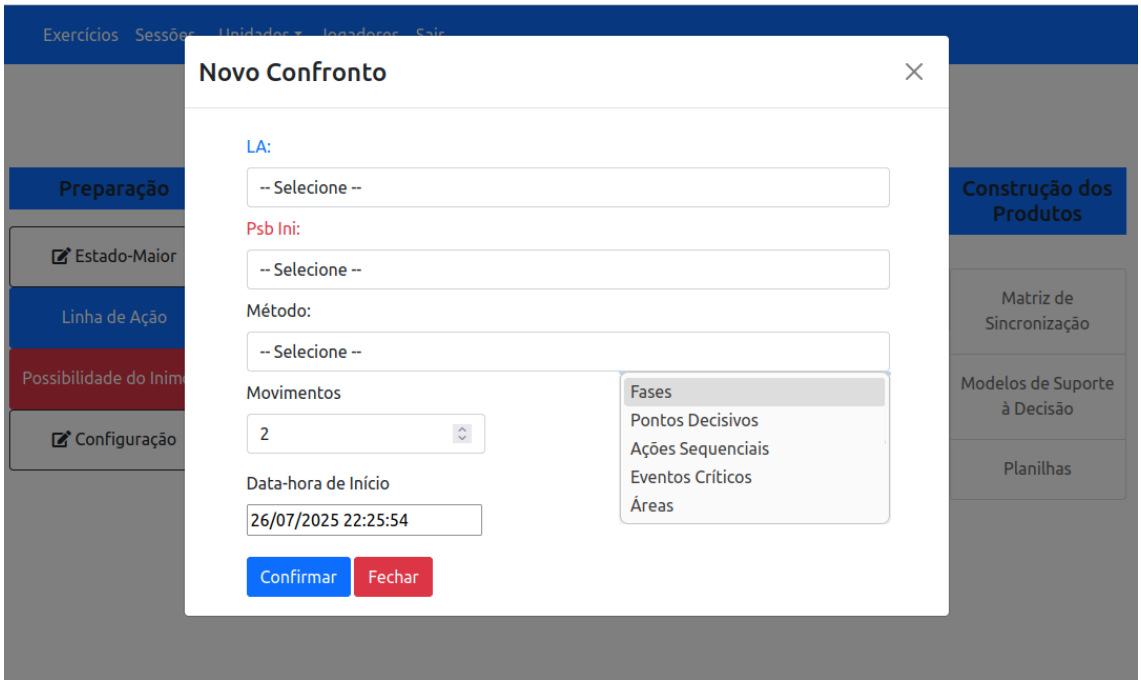

Figura 5.26: Mecânica para criar um novo Confronto

A interface para conduzir o Confronto apresenta o mapa da área operacional no quadro central, as unidades do Azul no lado esquerdo e as unidades inimigas do Vermelho no lado direito (Figura 5.27). Os símbolos das unidades militares seguem o padrão APP-6D da OTAN (2017), adotado pelo Ministério da Defesa (BRASIL, 2021), no qual as tropas são representadas por retângulos, as aeronaves por parábolas invertidas e os navios por círculos, por exemplo. Os jogadores podem

mover a área visualizada pressionando o botão esquerdo do mouse sobre um ponto no mapa e arrastando-o, assim como aproximar ou afastar a visão do terreno clicando nos botões de *zoom* + e *zoom* -. Essa visualização é uma vantagem de um jogo digital em relação a um jogo analógico diante da escala fixa da carta, mapa ou tabuleiro físico. Um cabeçalho acima do mapa indica a LA e a Psb Ini que estão sendo confrontadas, bem como o turno e o movimento atual do jogo, exibido no mapa.

Posicionar (e reposicionar) as unidades no mapa é a principal mecânica implementada no jogo. A intenção foi reproduzir no mapa digital a mecânica comumente realizada sobre uma carta ou um tabuleiro. Cada time seleciona as unidades da sua lista e clica na localização desejada no mapa para posicioná-las nos movimentos correspondentes de cada turno. Assim, as seções de Operações e de Inteligência podem posicionar e atualizar, respectivamente, as unidades do Azul e do Vermelho ao longo dos movimentos nos turnos. As Figuras 5.27, 5.28 e 5.29 mostram uma sequência de movimentos de ação, reação e contrarreação das unidades das forças oponentes nos movimentos de um turno. Essas figuras retratam um exercício de planejamento em um cenário fictício em que unidades azuis protegem a costa nordeste do Brasil contra uma frota inimiga.

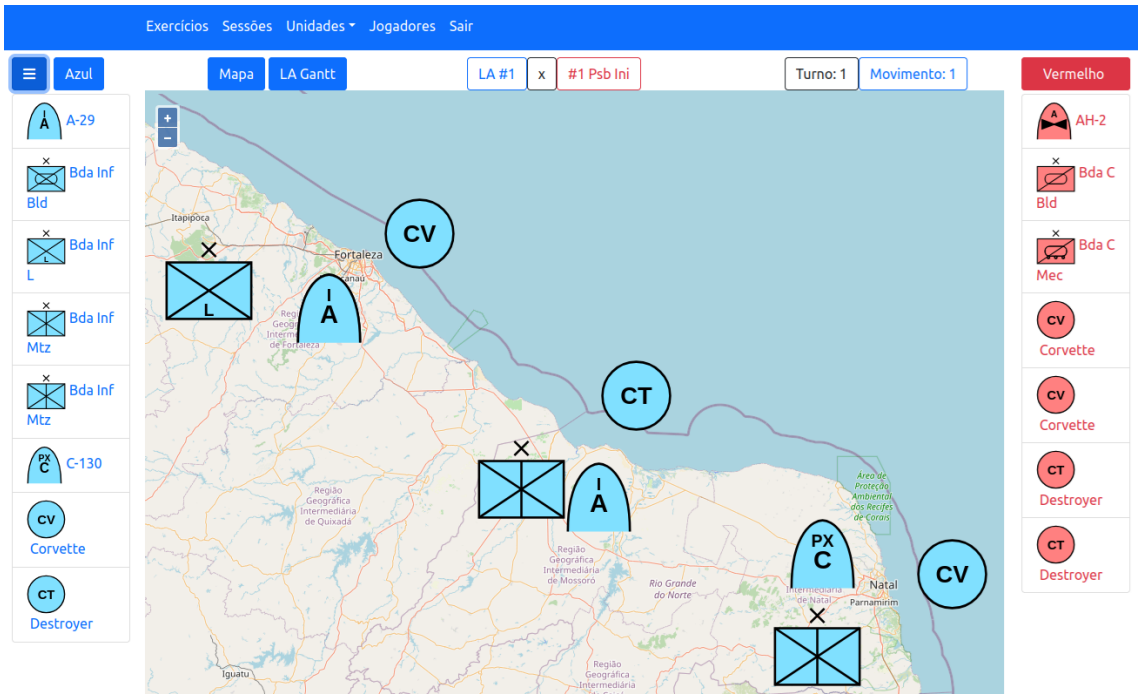

Figura 5.27: Movimento de ação em um turno do Confronto

Nos jogos de guerra, a topologia do espaço do jogo é geralmente discreta (OURIQUES *et al.*, 2019b). Jogos de guerra comumente organizam o mapa em uma grade (*grid*) quadrada ou hexagonal (SCHELL, 2008). No entanto, o mapa do jogo

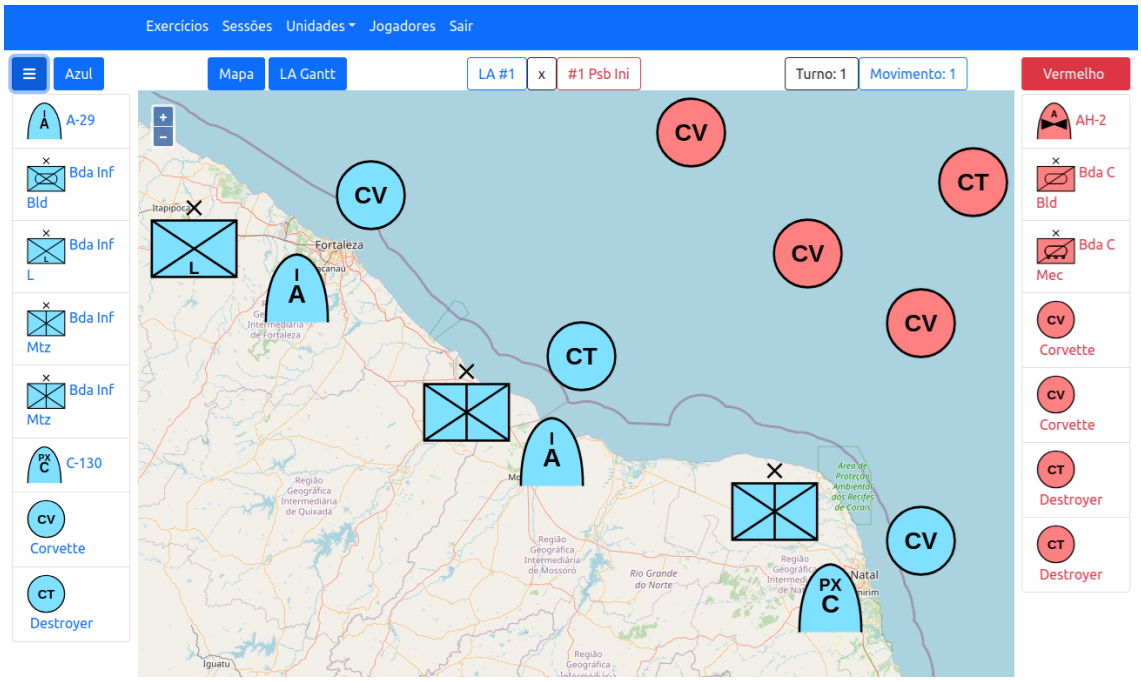

Figura 5.28: Movimento de reação no mesmo turno do Confronto

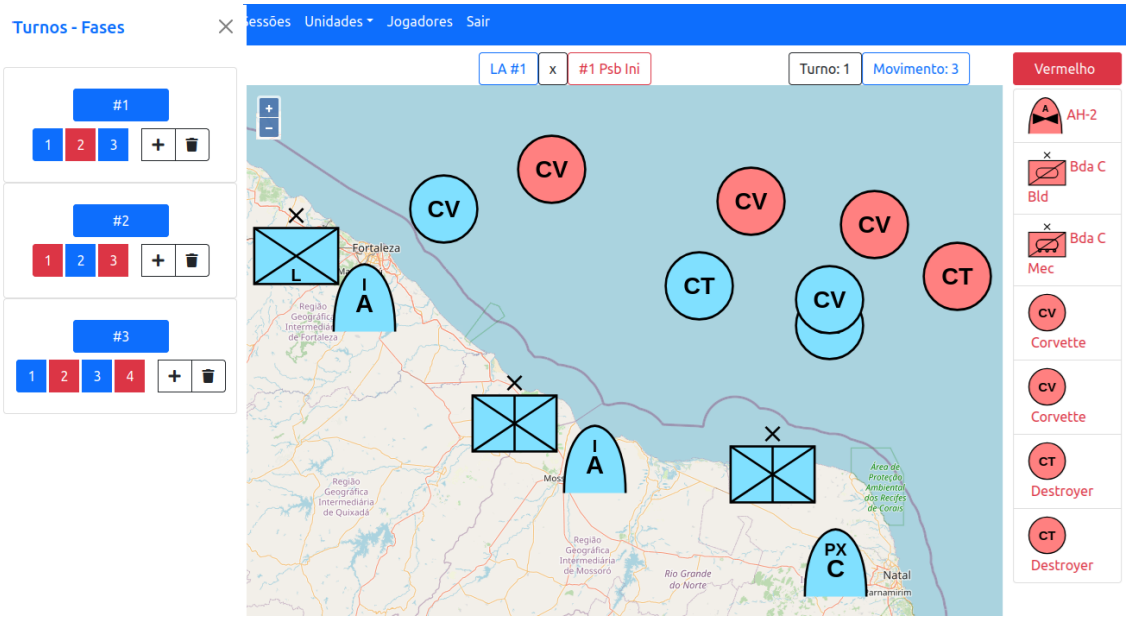

Figura 5.29: Movimento de contrarreação no mesmo turno do Confronto

do Confronto oferece liberdade de ação ao EM para posicionar as unidades em qualquer coordenada geográfica ao formular e aprimorar suas LA. A motivação para o *design* do jogo foi simular o planejamento no nível operacional, em que se abstraem a precisão do espaço e as características físicas do ambiente, concentrando-se em posições estratégicas, distâncias, eixos de transporte, estimativas de forças e sincronização de ações (BRASIL, 2020a). Contudo, presume-se que o jogo atenda a diferentes níveis de decisão.

No canto superior esquerdo da interface de condução do Confronto, o jogo ainda apresenta um botão de menu que exibe os turnos e seus respectivos movimentos (Figura 5.29). O Ch EM, como coordenador do Confronto, seleciona o movimento que será exibido no mapa. A cor do botão de cada movimento (Azul ou Vermelho) indica quem deve atualizar suas unidades e ações nele. Inicialmente, o jogo lista somente os turnos, sem os respectivos movimentos. Ao iniciar um turno, o jogo pergunta quem terá a iniciativa das ações no turno: Azul ou Vermelho. Após o Ch EM responder, o jogo cria a quantidade de movimentos para o turno, conforme a configuração que foi definida ao criar o Confronto. O jogo também permite ao Ch EM adicionar mais movimentos a um turno para melhor analisar as interações entre Azul e Vermelho.

O jogo ainda propõe registrar as decisões do Cmt, que se manifestam por meio do posicionamento das unidades ao longo dos movimentos em cada turno. As decisões também se manifestam por meio das ações das unidades, realizadas de forma conjunta ou individual em cada movimento. Neste ciclo, o jogo permite apenas o registro da ação realizada de forma conjunta pelas unidades em cada movimento. Um membro do EM deve dar um duplo clique no botão do movimento; o jogo, então, apresenta a interface para o cadastro da ação correspondente àquele movimento (Figura 5.30). Os instrutores também precisam compreender por que e como o Cmt tomou as decisões. Assim, o jogo apresenta uma lista predefinida de ações (OURIQUES *et al.*, 2021), permitindo ao jogador selecionar a ação executada no movimento e, adicionalmente, descrevê-la quando necessário.

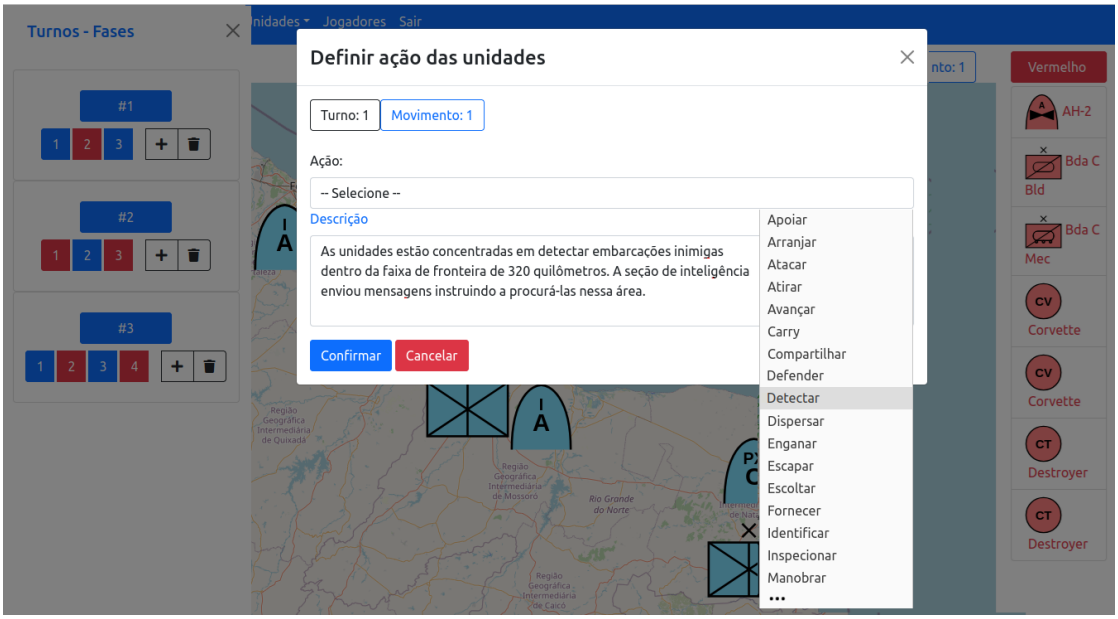

Figura 5.30: Mecânica para registrar as ações das unidades em um movimento de um turno.

5.3.5 Avaliação do Artefato

A avaliação do jogo sério foi realizada por meio de uma pesquisa qualitativa (CRESWELL, 2013), com o objetivo de investigar o potencial das mecânicas do jogo na condução do Confronto, sob a perspectiva de especialistas (RITCHIE *et al.*, 2014). Inicialmente, foram definidos os tópicos a serem explorados: atendimento ao processo, tomada de decisão, aprendizado e imersão. Em seguida, foram elaboradas perguntas para aprofundar a compreensão sobre esses tópicos.

Procurou-se entrevistar militares das três Forças Armadas brasileiras com experiência em planejamento militar e jogos de guerra, visando compreender as particularidades do Confronto nos domínios terrestre, marítimo e aéreo. A amostra contou com a participação de 12 militares, incluindo instrutores na ECEME, EGN e ECEMAR, além da oportunidade de entrevistar um major da Força Aérea dos Estados Unidos (US Air Force), que estava destacado na ECEMAR em um intercâmbio com a Força Aérea Brasileira. Foi elaborada uma entrevista semiestruturada (TURNER, 2010), posteriormente refinada em sete perguntas abertas (*open-ended questions*):

- **P1:** Prefere conduzir o Confronto no jogo digital ou no tabuleiro? Justifique.
- **P2:** Como o jogo digital pode ser aprimorado da *perspectiva do jogador* para ser utilizado para conduzir o Confronto?
- **P3:** Como o jogo digital poderia ser aprimorado da *perspectiva do instrutor* para ser utilizado para analisar o Confronto?
- **P4:** Como o jogo digital pode apoiar a *tomada de decisão dos jogadores* nesse processo de aprendizado?
- **P5:** Quais *decisões/ações* que são feitas durante o Confronto o jogo digital deveria *registrar*?
- **P6:** Como o jogo digital pode *estimular o aprendizado* do Confronto por parte dos alunos, considerando os objetivos educacionais em um planejamento?
- **P7:** Como conduzir o Confronto no jogo digital poderia *aumentar a imersão* dos jogadores?

Primeiramente, as mecânicas do jogo sério foram demonstradas a cada participante, individualmente, em um ambiente de desenvolvimento controlado em uma máquina virtual. Após a demonstração, iniciava-se a entrevista. Cada participante assinou um termo de consentimento (CRESWELL, 2013) que explicava o objetivo da pesquisa e da entrevista, seus direitos como voluntário e a confidencialidade de suas respostas. Também foi solicitado a eles que autorizassem a gravação das entrevistas. Cada participante respondeu às sete perguntas. Perguntas complementares

(*probe questions*) (RITCHIE *et al.*, 2014) surgiram a partir de algumas respostas. Após responderem às perguntas, os participantes foram estimulados a apresentar críticas e sugestões para o *design* do jogo.

Decidiu-se encerrar as entrevistas após doze participantes, pois já havia resultados suficientes para avaliar o *design* do jogo com base no entendimento do Confronto. A Tabela 5.6 apresenta as características dos participantes, informando a Força Armada a que pertencem, seu posto e o cargo atual, cargo anterior, ou a titulação acadêmica que os qualificaram para participar da pesquisa.

As entrevistas foram gravadas em um dispositivo móvel e os arquivos de áudio, posteriormente, convertidos em texto. Por fim, as respostas, críticas, comentários e demais questões levantadas foram analisadas e consolidadas em uma planilha.

Tabela 5.6: Características dos participantes das entrevistas

Força Armada	**Posto**	**Qualificação**
Marinha	Capitão de Mar e Guerra	Mestre em Engenharia de Sistemas de Guerra Eletrônica e em Pesquisa Operacional na Naval Postgraduate School
Marinha	Capitão de Mar e Guerra (Reserva)	Ex-Chefe do Departamento de Operações de Informação do Comando Naval de Operações Especiais
Marinha	Capitão de Mar e Guerra (Reserva)	Chefe do Centro de Jogos de Guerra da EGN
Marinha	Capitão de Mar e Guerra (Reserva)	Instrutor do Centro de Jogos de Guerra da EGN
Marinha	Capitão de Mar e Guerra (Reserva)	Instrutor de Planejamento Conjunto na EGN
Marinha	Capitão de Mar e Guerra (Reserva)	Instrutor de Planejamento Militar na EGN
Marinha	Capitão de Fragata (Fuzileiro Naval)	Instrutor de Operações de Fuzileiros Navais na EGN
Exército	Coronel (Reserva)	Instrutor de Planejamento Militar na ECEME e Assessor da Seção de Doutrina
Exército	Tenente Coronel	Instrutor de Planejamento Militar na ECEME
Força Aérea	Coronel	Chefe da Subseção de Comando e Controle no Ministério da Defesa
Força Aérea	Coronel	Instrutor de Planejamento Militar na ECEMAR e Chefe da Subseção de Cenários e Jogos de Guerra
US Air Force	Major	Instrutor de Planejamento Militar na ECEMAR, Ex-Subchefe de Operações no US Air Force Wargaming Institute

A análise das respostas indicou que os participantes reconhecem que tanto os jogos digitais quanto os de tabuleiro possuem vantagens, mas a maioria respondeu

à **P1** dizendo que prefere conduzir o Confronto por meio de um jogo digital. Eles destacaram que um jogo digital permite registrar a dinâmica do Confronto, possibilitando ao EM e ao instrutores revisarem o Confronto, identificar falhas no planejamento ou na execução das ações, levantar questionamentos sobre o planejamento ou as capacidades do inimigo e extrair lições aprendidas.

Destacaram ainda que um jogo digital pode conduzir o Confronto de forma descentralizada e virtual. Assim, o EM e os instrutores podem participar remotamente quando não puderem estar fisicamente presentes. Um jogo digital pode incluir um grande número de jogadores, superando as limitações de reuni-los ao redor de uma mesa sobre a qual esteja uma carta ou um tabuleiro. Ele também permite que os participantes configurem diferentes cenários, o poder de combate e outros recursos das unidades, a geografia, as condições meteorológicas e o domínio informacional, além de relacionar essa grande quantidade de dados.

Um jogo digital ainda permite aos jogadores alterar a visualização da área operacional, arrastando o mapa ou aplicando *zoom*. Todavia, alguns participantes recomendam o uso do tabuleiro quando há limitação de recursos e pouco tempo para preparar o jogo. Um dos participantes ainda explicou que prefere visualizar e manipular objetos físicos em vez de recursos digitais.

Os participantes sugeriram na **P2** que o jogo digital poderia ser aprimorado para permitir ao EM organizar o processo e conduzir o Confronto de forma sistemática, facilitando sua dinâmica. A interface do jogo pode ser mais amigável para melhorar a consciência situacional e a compreensão do EM. Afirmaram que o jogo digital pode tornar mais acessível o posicionamento das unidades na área operacional e sugeriram incluir modelos que apoiem o planejamento dos fatores de tempo e espaço. Neste caso, modelos de cinemática podem movimentar unidades e modelos logísticos podem controlar a situação operacional das unidades e avaliar a praticabilidade das ações.

Eles indicaram ainda que o jogo digital pode armazenar informações das unidades e da área operacional, bem como registrar ações, efeitos e outros detalhes em um banco de dados. Reconheceram que o jogo pode simular e arbitrar as interações em combate e estimar os resultados que resultam em efeitos cumulativos sobre as unidades da própria força e do inimigo. O jogo poderia sugerir ações de acordo com diretrizes doutrinárias e verificar as consequências dessas ações. Esse *feedback* pode indicar ao EM se deve manter ou desfazer uma ação. Por fim, o EM pode controlar o andamento do jogo: acelerar, desacelerar, avançar ou retroceder o tempo.

Nas respostas à **P3**, os participantes reforçaram que todas as sugestões para aprimorar o jogo sob a ótica do EM também se aplicam para auxiliar os instrutores na análise do Confronto, na interação com o EM, no compartilhamento de conhecimento e na identificação de tópicos que possam gerar percepções e debates

que estimulem o aprendizado. O jogo deve proporcionar aos instrutores uma visão global e precisa da execução das ações por ambos os lados (Azul e Vermelho). Os instrutores devem observar o EM para corrigir comportamentos que desviem do método do Confronto e das diretrizes doutrinárias.

Eles sugeriram que o jogo digital deveria permitir aos instrutores revisar a simulação, identificar falhas, avaliar os resultados das ações, analisar o planejamento logístico para verificar se as LA são praticáveis, pausar a simulação para criticar e explicar os erros ao EM e avaliar a resiliência das LA frente a eventos imprevistos. O jogo também deveria permitir aos instrutores orientar a atualização de cenários, áreas operacionais, poder de combate e unidades, bem como registrar lições aprendidas. Essas mecânicas favorecem a gestão do conhecimento (DALKIR, 2005) e estimulam o aprendizado (LIS, 2014).

Os participantes responderam à **P4** que o jogo digital deve proporcionar uma experiência de combate e um maior grau de precisão no planejamento, de modo a apoiar a tomada de decisão do EM. Desta forma, o EM pode colocar em prática o conhecimento doutrinário adquirido. Os participantes reforçaram que o jogo digital deve registrar as ações, as decisões, os motivos e como o EM tomou essas decisões, bem como as conclusões resultantes das dinâmicas de ação, reação e contrarreação.

O jogo digital deve auxiliar o EM a refletir, avaliar e refinar o problema; permitindo identificar pontos positivos e lacunas no planejamento, gerar *feedback* a partir dos resultados das ações e indicar questões que devem ser analisadas. Além disso, deve contribuir para organizar a comunicação, gerenciar o fluxo de informações no EM e filtrar as informações relevantes. Modelos devem ser capazes de combinar grandes volumes de dados para gerar restrições e medidas de eficácia e desempenho.

Nas respostas da **P5**, os participantes enfatizaram que o jogo digital deve registrar ao máximo a dinâmica do Confronto. Sugeriram registrar todo tipo de ação da própria força e do inimigo, os motivos que orientaram a tomada de decisão, percepções, pontos decisivos, mudança de fases, eixos de ataque, transição da postura ofensiva para defensiva, avanço de posições, poder de combate, medidas de eficácia e desempenho, pontos de decisão, alternativas e gestão de riscos. Cabe ao Cmt aceitar ou rejeitar os riscos.

Nas respostas da **P6**, os participantes sugeriram que o próprio jogo digital pode atrair o público mais jovem e estimular o aprendizado. Destacaram que o jogo deve aplicar o método, ter uma interface amigável e estar disponível remotamente para o EM. O jogo deve reduzir o esforço, economizar tempo de planejamento para que se possa refletir sobre decisões e análises, visando aprimorar as LA, possibilitar iterações e estimar resultados. O EM pode revisar e repetir os Confrontos diversas vezes, mesmo sem a presença do instrutor, criando e compartilhando conhecimento entre seus membros.

Os participantes explicaram na **P7** que o jogo digital deve produzir resultados coerentes e relevantes, além de contar com imagens e outros recursos visuais para aumentar a imersão do EM. Eles ainda indicaram que projetar o jogo verticalmente em uma tela ou parede, em detrimento de usar um mapa ou carta sobre a mesa, pode melhorar a consciência situacional do EM.

O jogo digital pode estimar resultados, exigir que o Cmt tome decisões importantes, questionar essas decisões, testar variações e ajustar o planejamento. Ele ainda pode simular sites de notícias e redes sociais como parte do ambiente imersivo; assim, o EM e os instrutores podem sentir que estão vivenciando aquela situação. O jogo pode gerar respostas tanto positivas quanto negativas às decisões. Resultados positivos motivam a execução das ações, enquanto resultados negativos colocam em xeque comportamentos de combate e incentivam o EM a repensar todo o planejamento. Um participante ressaltou que tudo o que o EM sabe sobre o que está ocorrendo na guerra é por meio de recursos digitais; assim, o jogo deveria oferecer uma consciência situacional e atividades de comando e controle semelhantes às situações vivenciadas em conflitos reais.

Os comentários dos participantes, após as perguntas, complementaram as respostas. Eles destacaram o caráter inovador da pesquisa e alertaram que o tempo é um recurso precioso no processo de planejamento. Assim, o jogo digital deve apoiar o Confronto de forma eficaz. Indicaram que o jogo tem potencial para atender ao nível tático, além do nível operacional, apesar das particularidades de cada um. Por fim, ressaltaram que o EM e os instrutores devem enxergar o Confronto como uma atividade colaborativa de aprendizado.

A Tabela 5.7 resume as respostas dos participantes sobre os temas abordados nas entrevistas. Alguns temas se repetiram nas respostas de diferentes perguntas.

5.3.6 Comunicação dos Resultados

O seguinte artigo está sendo elaborado para descrever as atividades de DSRM deste ciclo, destacando o *design*, desenvolvimento, demonstração e avaliação qualitativa do jogo do Confronto. Planeja-se submeter este artigo para uma revista de *game design*, como Simulation & Gaming ou Games and Culture.

- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., XÉXEO, G., "Designing an Educational COA Wargaming for Military Decision-Making".

Dois estudos complementares à pesquisa auxiliaram o *design* do jogo do Confronto. O primeiro estudo propôs uma taxonomia para representar o espaço nos jogos sob a perspectiva do jogador, possibilidade de manipulação, topologia e as dimensões do *gameworld* e do *gameplay* (OURIQUES *et al.*, 2019b). Particularmente, o interesse da pesquisa concentrou-se na topologia do jogo, uma vez que o

Tabela 5.7: Resultados da pesquisa qualitativa para avaliar o jogo

Tema	**Respostas**
Benefícios do jogo digital	Permitir participação remota, contemplar grandes EM, registrar e revisar o Confronto, identificar falhas nas ações e no planejamento, questionar as capacidades do inimigo, configurar cenários, poder de combate, recursos das unidades, geografia, clima, domínio informacional; relatar esses dados, exibir um mapa dinâmico e filtrar a exibição das unidades.
Mecânicas do jogador	Possuir interface amigável, organizar o processo, aplicar o método de forma sistemática, posicionar e mover as unidades, possuir modelos de cinemática e logística para apoiar as ações, registrar ações, decisões e outros detalhes, arbitrar combates, estimar resultados, sugerir ações, gerar *feedback* e controlar a progressão do jogo.
Mecânicas do instrutor	Exibir a execução das ações de ambos os lados, corrigir comportamento e erros dos jogadores quanto ao método e à doutrina, revisar o Confronto, identificar falhas no planejamento, avaliar os resultados das ações, analisar a praticabilidade e a resiliência das LA, orientar a atualização do cenário, da área operacional, do poder de combate e das unidades, além de todas as mecânicas oferecidas aos jogadores.
Apoiar a tomada de decisão	Visualizar a manobra, registrar ações, decisões, justificativa das decisões, conclusões, gerar *feedback*, verificar pontos positivos e lacunas no planejamento, gerenciar a comunicação, refinar informações, combinar dados, fornecer medidas e facilitar a comunicação com os superiores.
Registrar decisões	Registrar a dinâmica das interações, cada ação da própria força e do inimigo, justificativa das decisões, percepções, avanços nas posições, mudanças de postura, pontos decisivos, pontos de decisão, alternativas, medidas, mudança de fase, riscos, eixos de ataque e alvos.
Estimular o aprendizado	Possuir interface amigável e acessível aos alunos, ensinar o processo, aplicar o método, visualizar o que a Força deve proteger e atacar, alocando os recursos para estas finalidades, compartilhar conhecimento, reduzir tempo e esforço no planejamento, focar na tomada de decisões e no aprimoramento das LA, revisar e executar o Confronto várias vezes e estimar resultados.
Aumentar a imersão	Utilizar imagens, recursos visuais, sites de notícias, redes sociais, instrutor virtual, desafiar os jogadores, estimar resultados, questionar decisões, testar variantes, sugerir correções e produzir resultados coerentes com respostas tanto positivas quanto negativas.

jogo possibilita posicionar as unidades em um mapa de coordenadas contínuo. O segundo estudo apresenta o processo *design* de um jogo para ensinar conceitos de sustentabilidade (MAGALHÃES *et al.*, 2023), em que foi aplicado um método de *design* de jogos sérios (MANGELI *et al.*, 2022).

- OURIQUES, L., XÉXEO, G., MANGELI, E., 2019, "Analyzing Space Dimensions in Video Games". Em Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro

de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2019), Sociedade Brasileira de Computação, pp. 36–45., Outubro; e

- MAGALHÃES, M. F., PARREIRAS, M., OURIQUES, L., et al., 2023, "An Educational Game about Sustainability Based on ESG+ P". Em: Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference (ABSEL 2023), v. 50, Abril.

Outro estudo relacionado a este ciclo refere-se à análise da colaboração nos jogos de guerra. Ele ressaltou que a eficácia de um jogo de guerra, no qual os jogadores são agrupados em times para atingir os objetivos do aprendizado, depende da colaboração e interação entre os membros de cada time. O artigo identifica como e em quais atividades a colaboração ocorre nos jogos de guerra e propõe sugestões para os *game designers* aprimorarem o processo de *design*, considerando como os jogadores colaboram.

- OURIQUES, L., EDUARDO BARBOSA, C., XEXÉO, G., 2023, "Understanding Military Collaboration in Wargames". Em: 2023 26th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), pp. 1920–1925, Maio. doi: 10.1109/CSCWD57460.2023.10152624.

5.4 Ciclo IV - *Design* aprimorado do Jogo do Confronto

Esta seção apresenta o quarto e último ciclo de DSRM conduzido nesta pesquisa (Figura 4.7). O objetivo deste ciclo foi aprimorar o jogo sério para conduzir o Confronto, que foi desenvolvido no ciclo anterior. Nesse sentido, foram introduzidas novas mecânicas sugeridas a partir dos resultados da avaliação do jogo também realizada no ciclo anterior. Para avaliar o jogo aprimorado neste ciclo, realizou-se uma pesquisa quantitativa com instrutores e alunos de cursos de processo de planejamento militar, que incluem a atividade do Confronto. Esta avaliação investigou como o jogo pode contribuir com o aprendizado e aprimoramento das LA.

5.4.1 Objetivos e Requisitos

Este quarto e último ciclo de DSRM visa atender aos OE6 e OE7, uma vez que aprimora o *design* do jogo sério, com base nos resultados da pesquisa qualitativa que avaliou a primeira versão deste artefato no ciclo anterior. O modelo de proveniência do jogo também foi aprimorado para registrar e analisar as decisões dos jogadores e, consequentemente, as ações delas decorrentes. Assim, espera-se que o jogo digital

ofereça melhor suporte à tomada de decisão no Confronto e estimule o aprendizado do EM no processo de planejamento militar.

Para atingir estes objetivos, foram definidos novos requisitos a serem contemplados neste ciclo para aprimorar o jogo sério. Assim, pretende-se que a análise da LA no Confronto possibilite:

- Preparar as LA e as Psb Ini para a condução do Confronto;
- Exibir o alcance dos sensores para verificar se as suas unidades detectam as unidades inimigas em uma determinada localização e/ou são detectadas por elas;
- Exibir o alcance dos armamentos para verificar se as suas unidades são capazes de provocar danos nas unidades inimigas em uma determinada localização e/ou pode sofrer danos por elas;
- Registrar as decisões do EM em um movimento de um turno e as respectivas ações decorrentes. Este registro inclui as ações em conjunto ou individualmente de cada unidade, assim como os engajamentos frente às unidades inimigas;
- Atualizar as necessidades de inteligência do planejamento;
- Atualizar o gerenciamento dos riscos operacionais da LA;
- Identificar alvos candidatos;
- Adicionar ou remover unidades na LA, analisando se há excesso ou carência do poder de combate para cumprir a missão; e
- Aprovar essas análises e conclusões obtidas no Confronto para aprimorar a LA e o planejamento.

5.4.2 Estado da Arte

Esta seção apresenta estudos que ressaltam o papel dos jogos de guerra como ferramentas que estimulam a tomada de decisão, assim como estudos que utilizam o Confronto como método para analisar as LA no planejamento. Nesse sentido, APPLEGET (2022) descreve os jogos de guerra como uma conversa estruturada, diferenciando-os de uma simulação de combate no computador. Assim, o *design* de um jogo de guerra estimula a gerar as conversas necessárias para abordar as questões de pesquisa do patrocinador e, consequentemente, os resultados para a análise. WALTERS (2021) destaca que a principal virtude dos jogos de guerra reside em estimular a prática constante da tomada de decisão pelos jogadores em uma situação que se desenrola continuamente, educando os indivíduos e promovendo a confiança dentro do time, o que fortalece a vontade de vencer. Assim, os jogos de guerra ensinam sobre a situação, o ambiente, o oponente, bem como as interações entre as unidades a cada movimento em cada turno.

CHRISTENSEN e DOBIAS (2021) e MAKOWIEC (2024) propuseram *designs* de jogos de guerra centrados nas interações entre os jogadores, desenvolvendo uma narrativa que estimula o debate. Esses jogos utilizam métodos híbridos que combinam características dos jogos matriciais e seminários, com arbitragens rígidas, livres ou consensuais. Neles, os jogadores executam movimentos sequenciais, de modo que o jogador que apresenta seu movimento descreve sua ação, os resultados que pretende obter e os argumentos que explicam por que a ação terá êxito. Os oponentes podem argumentar, contrapondo-se ao jogador ou até mesmo apoiando-o. Por fim, realiza-se a arbitragem do movimento, que pode considerar os argumentos apresentados ou seguir regras preestabelecidas. Esses métodos de condução assemelham-se ao Confronto pelos movimentos sequenciais entre os oponentes, pela arbitragem decidida pelo Cmt com o apoio de seu EM e por destacarem as decisões e os motivos que as fundamentaram.

Diante da relevância das decisões nos jogos de guerra, evidencia-se a necessidade de registrá-las para compartilhar o conhecimento advindo delas. Nesse sentido, KOHWALTER *et al.* (2012) propõem um modelo de proveniência de jogos que se aplica aos jogos de guerra e ao jogo do Confronto. O modelo compreende o cenário, os agentes que participam do jogo, seus papéis, o processo que descreve o jogo e as mecânicas envolvidas. Assim, registram-se em uma árvore de decisão os eventos, agentes, ações e objetos do cenário.

A ontologia proposta por KORNYSHOVA e DENECKÈRE (2010) para representar um problema decisório também inspirou a modelagem das decisões no jogo do Confronto. Esse modelo, já citado no primeiro ciclo de DSRM, registra os objetivos a serem alcançados em determinada situação, a tomada de decisão, as alternativas elaboradas e os critérios que as avaliam, incluindo resultados, pesos atribuídos, regras de preferência e limiares.

Os recursos computacionais são empregados nos jogos de guerra para apoiar a tomada de decisão dos jogadores. Pode-se até questionar o quanto esses recursos não somente apoiam, mas também facilitam a tomada de decisão, principalmente nas iniciativas que empregam IA para simular as missões. Nesse sentido, YUKSEK *et al.* (2023) apresentam um jogo de guerra para avaliar as LA e elaborar um plano operacional, analisando a probabilidade de cumprimento da missão, a eficiência operacional e a sobrevivência dos recursos. A eficiência operacional, por sua vez, é analisada pela distribuição das unidades nos domínios terrestre, marítimo e aéreo, pela alocação das tarefas entre elas, pela letalidade que são capazes de provocar a partir de suas posições, além de métricas de combate que incluem a mobilidade e o poder de fogo.

CHANCE *et al.* (2024) apresentam uma ferramenta de suporte à decisão que utiliza algoritmos de Redes Neurais Profundas para compreender uma Psb Ini, a

fim de se contrapor a uma LA, assim como formular novas Psb Ini a partir da original. O estudo apresenta dois cenários que incorporam múltiplos domínios, com muitos tipos de unidades, sensores e armamentos. Círculos em torno das unidades ilustram o alcance dos armamentos, bem como o alcance dos sensores para detectar um objeto. Os resultados indicaram que as Psb Ini criadas pela IA eram capazes de se contrapor às LA nos dois cenários de estudo.

DEBERRY *et al.* (2021) apresentam um método para automatizar a análise das LA no Confronto, em que cada LA é convertida em um grafo direcionado para modelar a tomada de decisão, com o objetivo de minimizar os riscos associados. Nesses grafos, os nós representam as bases azuis e os alvos candidatos vermelhos. As arestas indicam quais bases azuis podem enviar unidades para enfrentar determinado alvo, bem como a quantidade de unidades envolvidas. Os pesos entre os nós representam os riscos das ações empreendidas pelas unidades azuis. As LA são otimizadas usando algoritmos que simulam os caminhos percorridos nos grafos e avaliam os riscos.

Recursos analógicos também são eficientes para produzir o mesmo efeito no aprendizado, além de terem um custo menor. Eles foram empregados em um exercício conjunto entre os exércitos brasileiro e norte-americano para simular ações, reações e contrarreações, a fim de aprimorar um plano sob supervisão de um grupo de controle (MCCONNELL *et al.*, 2024). Os militares usaram um quadro branco e prepararam seus próprios mapas para visualizar o ambiente operacional e compreender a missão.

5.4.3 *Design* e Desenvolvimento

Neste quarto ciclo, o jogo sério para apoiar o Confronto foi aprimorado a partir dos resultados da pesquisa qualitativa que avaliou este artefato no ciclo anterior. As críticas dos participantes da avaliação resultaram em novos requisitos para o jogo, além de melhorias nas mecânicas que implementavam os requisitos originais.

Um participante alertou que o jogo possibilitava ao EM posicionar e atualizar a localização das unidades amigas e inimigas apenas durante a condução do Confronto. Esta restrição contrariava o método doutrinário, uma vez que a elaboração das LA e Psb Ini, que inclui o desdobramento das unidades no espaço e no tempo, deve ser realizada previamente, durante a Preparação do Confronto (BRASIL, 2020a). Assim, o jogo deve ser capaz de representar o método de forma sistemática, carregando o emprego da própria força e do inimigo ao longo do tempo ao iniciar a Condução do Confronto. Dessa forma, evita-se gastar tempo com atualizações manuais que poderiam comprometer a dinâmica do jogo.

Os participantes também sugeriram aprimorar o registro das decisões no Confronto, visto que foram questionados sobre como o jogo poderia apoiar a tomada de

decisões, incluindo quais decisões e ações deveriam ser registradas. Um participante apontou que muitas informações se perdem quando não se faz um registro detalhado do Confronto. Os participantes indicaram que todo tipo de ação por parte da própria força e por parte do inimigo deve ser registrada, incluindo a alteração na configuração das unidades disponíveis para verificar a capacidade de resiliência do planejamento para eventuais acontecimentos não previstos e as alterações nas posições planejadas das unidades.

O jogo também deve possibilitar que os instrutores interajam adequadamente com os jogadores, transmitindo seu conhecimento e identificando temas que possam gerar ideias, percepções e debates para o aprendizado. Outro participante ressaltou que é importante não somente registrar as decisões, mas também suas razões, ou seja, por que as decisões foram tomadas.

Os participantes também sugeriram introduzir no jogo modelos de cinemática, detecção, logísticos e de combate para apoiar a tomada de decisão. Neste ciclo, o jogo possibilitará exibir o alcance dos sensores e armamentos das unidades, verificando se suas unidades detectam as unidades inimigas, se são detectadas por elas, se suas unidades podem atingir as unidades inimigas com seu poder de fogo ou se podem ser atingidas por elas.

Portanto, os aprimoramentos ao jogo sério neste ciclo concentram-se em elaborar as LA e Psb Ini na Preparação do Confronto, registrar as decisões e as ações decorrentes das unidades, individualmente ou em conjunto, em cada movimento dos turnos, detectar unidades oponentes e estimar o alcance do poder de fogo.

A possibilidade de redefinir o emprego do poder militar, adicionando e removendo unidades na LA, considera as capacidades de movimento e combate das unidades. Assim, estas devem possuir características próximas da realidade, mesmo quando se tratar de unidades fictícias, visando elaborar LA aceitáveis, capazes de cumprir a missão e praticáveis em relação a fatores de tempo, distância e logística. Essas preocupações estão relacionadas ao balanceamento do jogo (OURIQUES *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2023), visto que espera-se que o *design* de um jogo esteja balanceado em relação aos objetos, condições iniciais, progressão e múltiplas estratégias para permitir atingir os objetivos (SCHREIBER e ROMERO, 2022).

Neste ciclo, o jogo não ficou restrito a um ambiente implantado em uma máquina virtual. Ele foi incorporado como um componente em um *branch* de desenvolvimento de um sistema de comando e controle que apoia o PPC nas operações militares, desenvolvido pela Marinha do Brasil para o Ministério da Defesa. O jogo foi implantado neste sistema com um propósito didático, apoiando o planejamento e a execução de exercícios de operações militares. Assim, o jogo foi demonstrado para instrutores de planejamento e jogos de guerra da ECEME, EGN, ECEMAR, assim como para os oficiais-alunos dos cursos de Comando e Estado-Maior dessas

escolas, além de militares da ESG, voltada para o ensino de assuntos estratégicos e outros militares com experiência nesses temas.

Por fim, realizou-se a avaliação do artefato por meio de uma pesquisa quantitativa com esse público-alvo para certificar principalmente se o jogo traduz corretamente o método do Confronto e possibilita aprimorar as LA, estimulando o aprendizado. Foram analisados alguns modelos/métodos para avaliar jogos, sobretudo jogos sérios (FU *et al.*, 2009; LOWRY *et al.*, 2013; MOIZER *et al.*, 2019; PETRI *et al.*, 2019; SAVI *et al.*, 2011; VAZ, 2025). Decidiu-se utilizar o MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games for Computing Education*) (PETRI *et al.*, 2019) porque permite avaliar jogos sérios de forma mais concisa do que os demais, considerando aspectos relevantes para a pesquisa, como a usabilidade, a experiência proporcionada ao jogador e a capacidade de motivar os jogadores a aprender os conteúdos transmitidos.

5.4.4 Demonstração do Artefato

Conforme citado na Subseção 5.4.3, a versão aprimorada do jogo sério do Confronto neste ciclo foi incorporada como um componente no sistema de comando e controle do Ministério da Defesa, que implementa o PPC para o planejamento e a execução de operações militares. O jogo aprimorado neste ciclo também se concentra na Preparação e Condução do Confronto (Figura 5.18).

Para demonstrar as mecânicas do jogo, foi criado um planejamento fictício que inclui o cenário, as unidades, as LA e as Psb Ini. Uma vez criado o planejamento, o sistema disponibiliza funcionalidades a partir das quais o EM realiza as atividades preconizadas no Exame de Situação Operacional, primeira etapa do PPC (Figura 1.1), em que ocorre o planejamento propriamente dito.

O cenário descreve uma situação de crise entre dois países — Azul e Vermelho — em que Vermelho reivindica a posse de uma parte do território do Azul, delimitada em laranja. A Figura 5.31 ilustra este cenário e a localização inicial das unidades dos dois países.

Na preparação do Confronto, são confeccionadas as LA e as Psb Ini. Uma LA é identificada por um número e descrita por um conceito sumário e uma lista de vantagens e desvantagens. O sistema ainda possibilita ao EM, sobretudo à seção de Operações, detalhar as LA em suas fases, pontos decisivos, efeitos e ações, utilizando um Gráfico de Gantt, além de gerenciar os riscos operacionais a elas associados. Uma Psb Ini também é identificada por um número e caracterizada por uma descrição e uma probabilidade de ocorrência. O sistema também possibilita à seção de Inteligência presumir como as Psb Ini estariam detalhadas em fases, pontos decisivos, efeitos e ações.

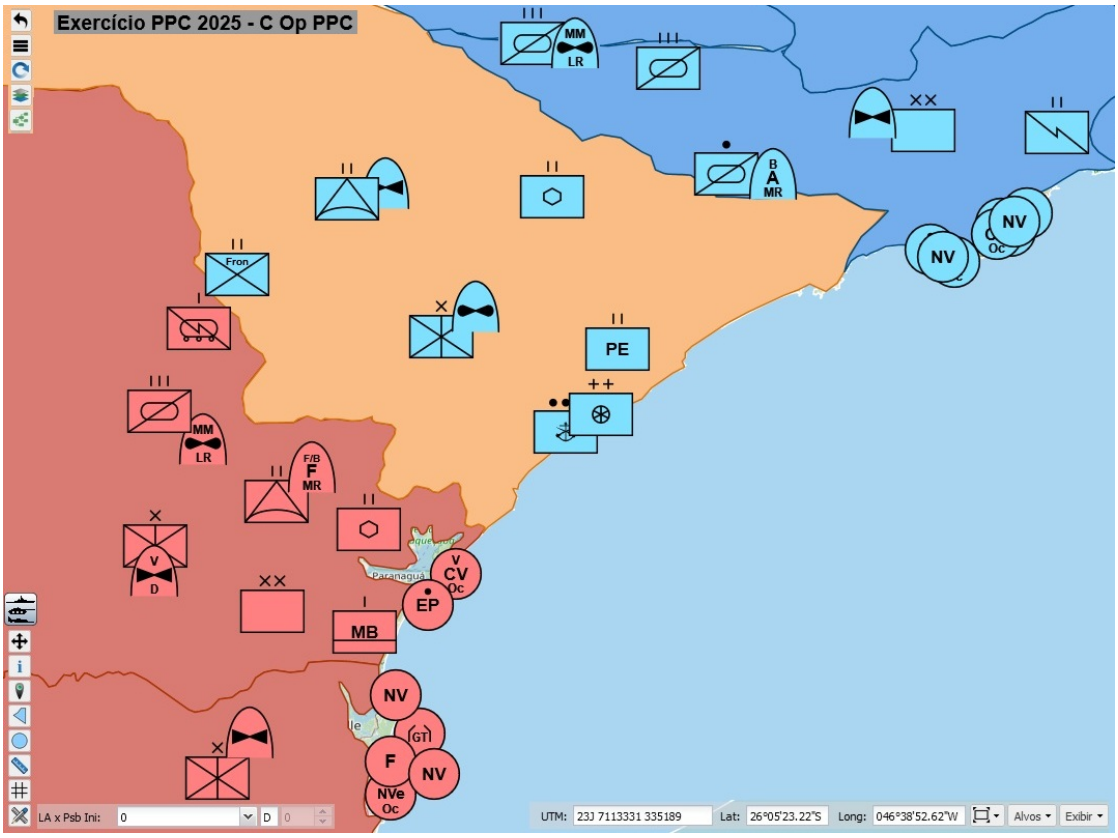

Figura 5.31: Localização inicial das unidades de Azul e Vermelho no cenário

Os cadastros das LA e Psb Ini ainda exigem demonstrar o arranjo inicial e a evolução do desdobramento das unidades no decorrer do tempo. Assim, na interface georreferenciada, um membro do EM seleciona a perspectiva a ser visualizada no mapa, ou seja, uma determinada LA ou Psb Ini e o sistema exibe a situação inicial das unidades. Para empregar as unidades na LA, ele deve selecioná-las no repositório do sistema e clicar no mapa para posicioná-las. No planejamento, a progressão do tempo é discreta. A situação inicial é caracterizada por D+0. Para atualizar as localizações das unidades no tempo, deve-se incrementar a data discreta e, em seguida, arrastá-las no mapa ou informar a nova localização (latitude e longitude).

As Figuras 5.32, 5.33 e 5.34 ilustram duas LA confeccionadas pelo EM e uma Psb Ini confeccionada pela seção de Inteligência em um exercício de planejamento. Essas LA descrevem duas estratégias que a força naval do Azul poderia adotar para proteger unidades localizadas na faixa costeira na área em laranja. A Psb Ini descreve uma estratégia da força naval do Vermelho para cercar as mesmas unidades do Azul localizadas na área em laranja.

Após a preparação das LA e Psb Ini, pode-se iniciar a condução do Confronto. A tela inicial do jogo do Confronto (Figura 5.35) possibilita o EM criar um novo jogo ou carregar um jogo já iniciado, além de apresentar a intenção do Cmt e as orientações do coordenador do Confronto, que geralmente é o Ch EM.

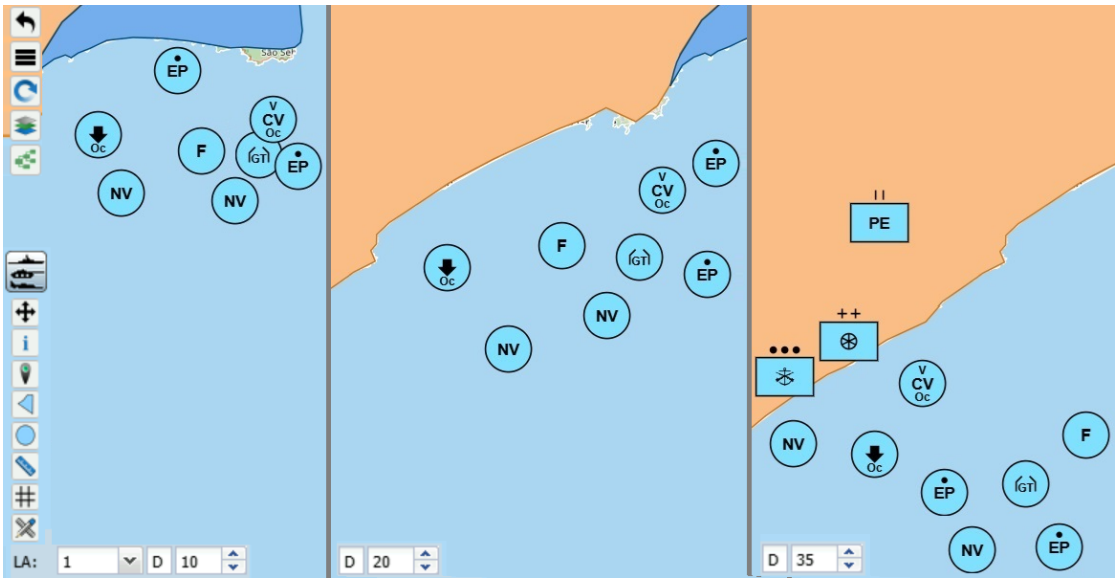

Figura 5.32: Desdobramento das unidades em uma LA

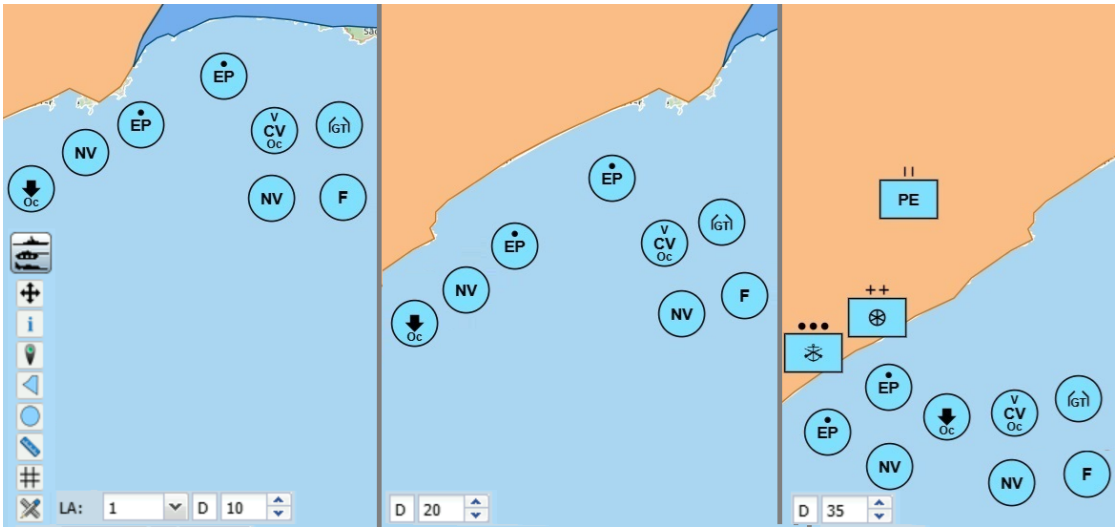

Figura 5.33: Desdobramento das unidades em uma segunda LA

Nesta demonstração carregamos um Confronto conduzido por fases com três movimentos por turno. A Figura 5.36 apresenta a interface para conduzir o Confronto, aprimorada em relação ao ciclo anterior com a incorporação de novas mecânicas. O *design* jogo adicionou mais elementos gráficos para lhe conferir uma aparência mais próxima de um jogo digital do que um sistema computacional, como a inclusão dos ícones nos botões da interface e o uso dos símbolos das unidades em outras telas além do mapa. A barra superior contém botões que alternam a visão do quadro principal. Nesta figura, estão ativos o botão do mapa e o botão cujo ícone é um relógio de xadrez, que exibe o painel de turnos e movimentos. Continua sendo relevante a mecânica para atualizar as localizações das unidades ao longo dos movimentos nos turnos, arrastando-as sobre o mapa. Ao clicar em um movimento do turno, o jogo

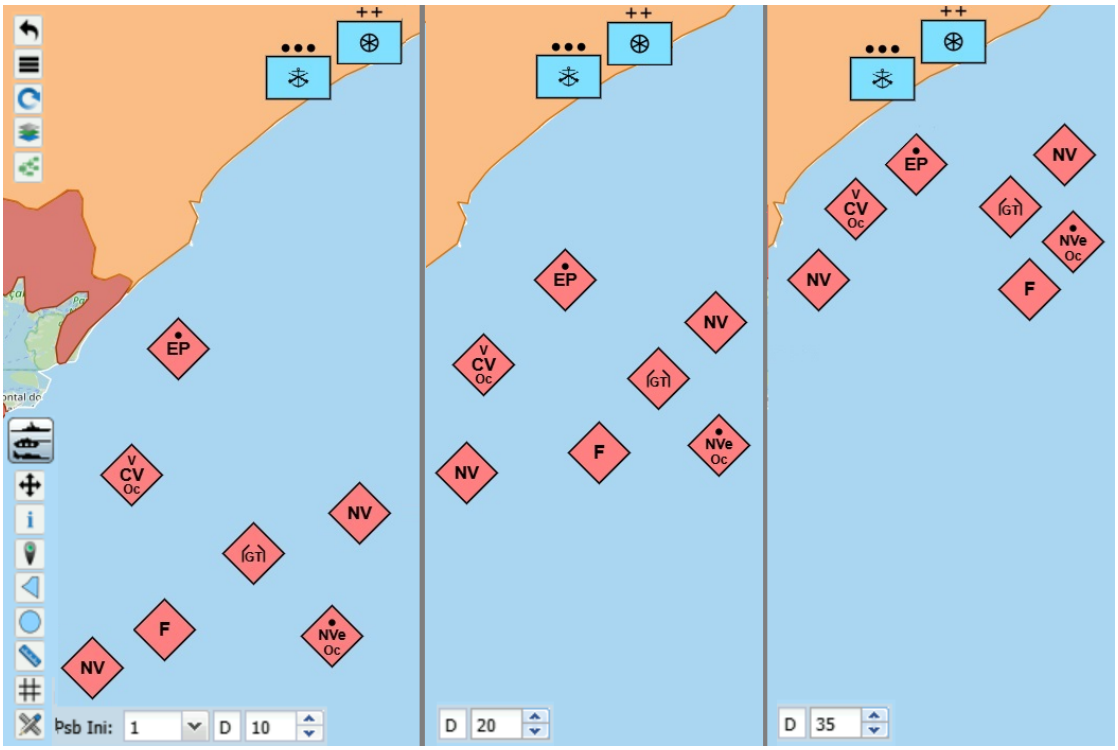

Figura 5.34: Desdobramento das unidades em uma Psb Ini

atualiza o cenário no mapa, os indicadores do turno e do movimento representados no mapa e a lista de unidades de quem detém a vez (Azul ou Vermelho) para retificá-las neste movimento. O jogo também permite adicionar ou remover unidades à LA, ajustando o poder de combate às necessidades da missão. A mecânica retratada nessa figura permite ao EM verificar se suas unidades podem detectar as inimigas naquele arranjo de posições ou, ao contrário, se podem ser detectadas por elas, exibindo o raio de alcance dos sensores de cada unidade. O jogo ainda possui controles sobre o mapa que possibilitam alterar a escala (*zoom*), medir distâncias, identificar coordenadas e exibir uma grade de coordenadas.

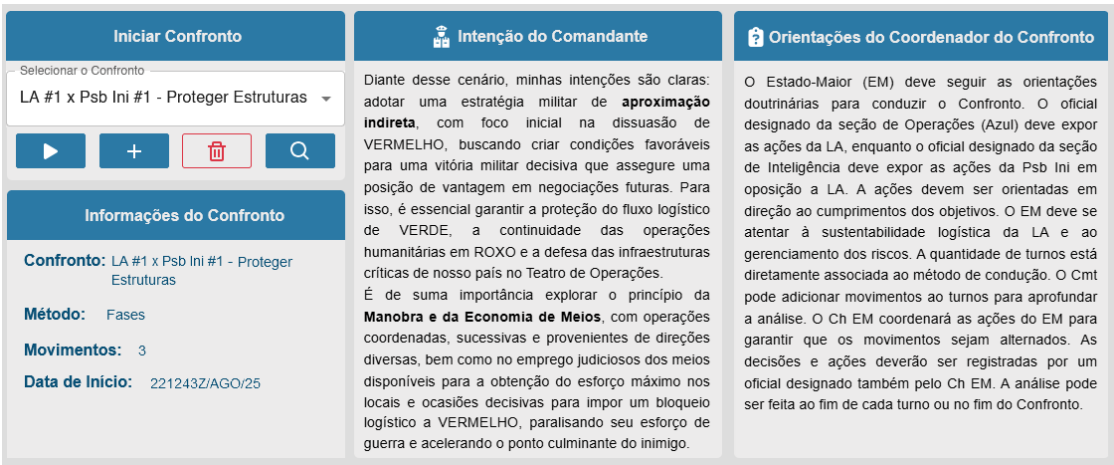

Figura 5.35: Tela inicial do jogo do Confronto

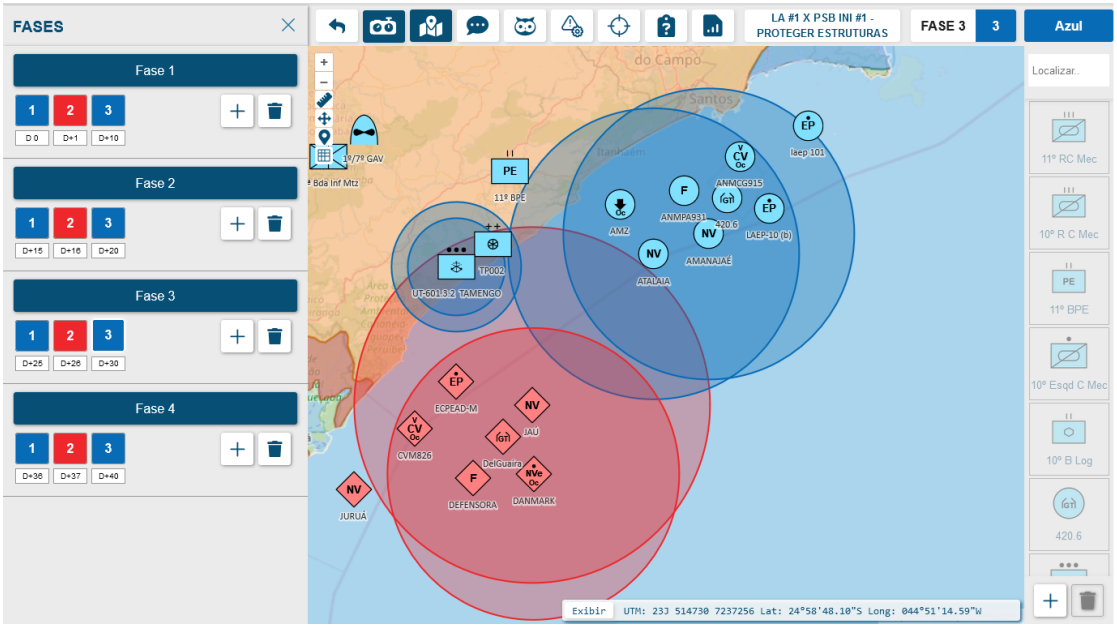

Figura 5.36: Mecânica de Detecção no Confronto

Analogamente, em uma situação de combate, o jogo também permite verificar se o poder de fogo de suas unidades pode provocar danos nos inimigos naquele arranjo de posições ou, ao contrário, se podem sofrer danos por elas, exibindo o raio de alcance dos armamentos de cada unidade. A Figura 5.37 ilustra o desdobramento do Confronto, culminando em possíveis combates entre as unidades, cujos alcances dos armamentos são exibidos.

Neste ciclo, o jogo aprimorou a mecânica para registrar as decisões, ações e comentários dos membros do EM. Além de permitir registrar uma ação operacional para representar o movimento em um turno, o jogo também permite detalhar ações táticas para uma ou mais unidades ao clicar em uma unidade no mapa. Quando uma ação representa uma interação entre as forças, o jogo permite selecionar as unidades envolvidas da própria força e do inimigo. A Figura 5.38 apresenta o registro de uma decisão do Cmt, indicando quem a cadastrou, as unidades envolvidas, uma ação que caracteriza esta decisão, além de sua descrição e justificativa.

O jogo registra toda a dinâmica de interações entre as unidades ao longo dos movimentos nos turnos. As soluções de proveniência em jogos (KOHWALTER *et al.*, 2012) e a UFO-B da fase de Execução dos jogos de guerra (Figura 5.13) inspiraram a modelagem do banco de dados para registrá-las. Essas decisões constituem a narrativa do Confronto, que pode ser consultada pelo EM por meio do botão cujo ícone é um balão de mensagem.

A Figura 5.39 apresenta a narrativa de um Confronto, que é descrita pelas decisões, ações e comentários ao longo dos movimentos nos turnos. Essa interface foi notadamente inspirada nas conversas exibidas em aplicativos de mensagens. As

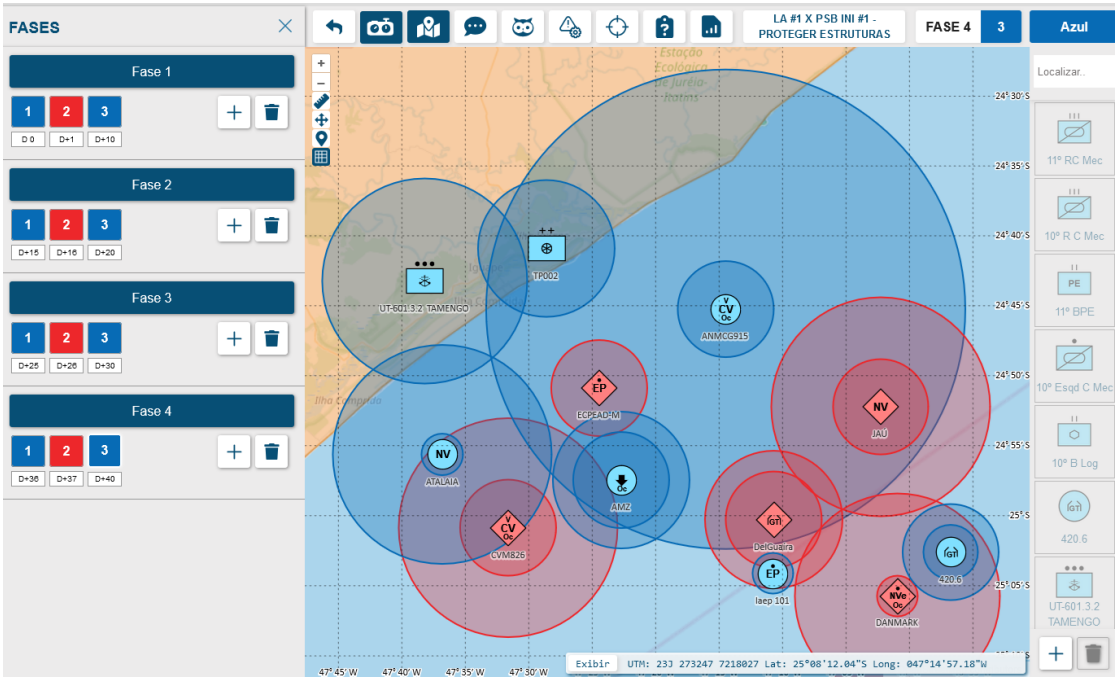

Figura 5.37: Alcance do poder de fogo das unidades no Confronto

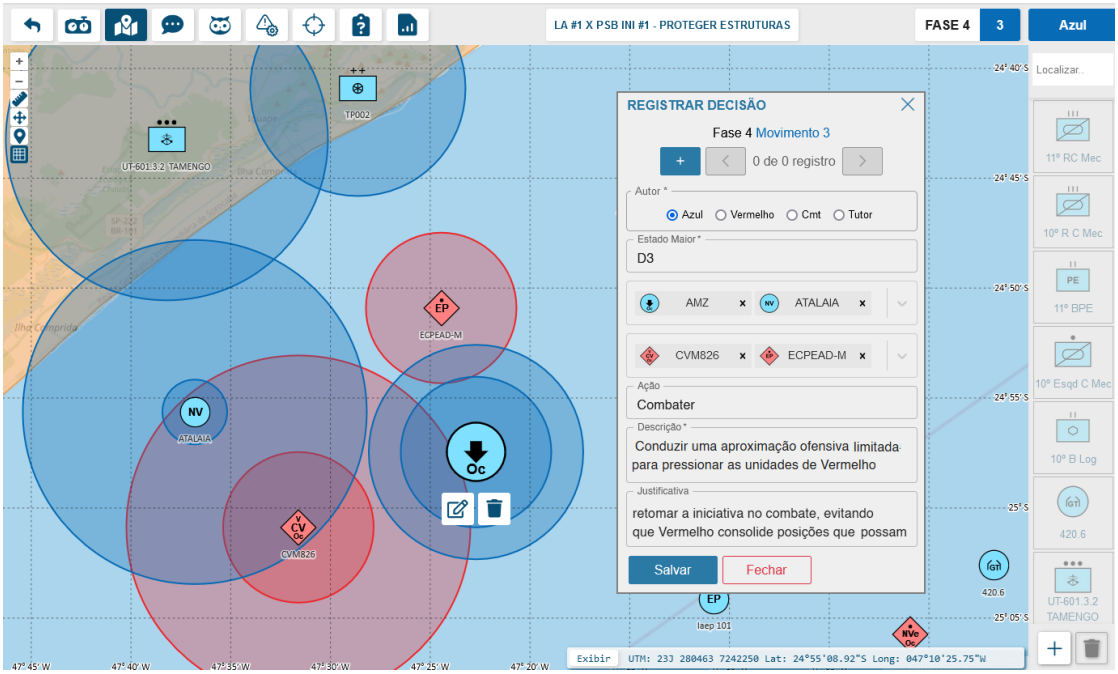

Figura 5.38: Registrar decisão de uma ação entre unidades oponentes

ações e comentários do Ch EM, da seção de Operações e das demais seções do EM estão em azul, enquanto os da seção de Inteligência são destacados em vermelho. Os registros destacados em branco são as decisões do Cmt, que atua como o juiz nos engajamentos, e também dos instrutores (facilitadores) que supervisionam os Confrontos nos exercícios de planejamento. Essa interface possibilita não somente consultar, mas também registrar as decisões, ações e comentários ao clicar no bo-

tão com sinal de adição em cada movimento. A interface de cadastro é a mesma exibida na Figura 5.38 e também permite o registro de um movimento ou de uma ou mais unidades no movimento. Os registros ainda podem ser respondidos de tal modo que as respostas são agrupadas, revelando os debates ocorridos. Assim, essa interface possibilita registrar a narrativa do Confronto de modo colaborativo entre os membros do EM.

Neste ciclo, o jogo possui outras mecânicas para aprimorar a LA, permitindo não somente adicionar e remover unidades na LA e ajustar o posicionamento delas ao longo do tempo, mas também atualizar o Gerenciamento do Risco Operacional (GRO), incluindo a identificação, análise e medidas de controle dos riscos. A Figura 5.40 apresenta a lista de riscos da LA. Ao clicar no botão cujo ícone é um alerta com uma engrenagem, o jogo indica os riscos que foram incluídos, alterados ou excluídos durante o Confronto.

Figura 5.39: Registro das decisões e ações que descreve a narrativa do Confronto

O Confronto possibilita refinar outras conclusões no planejamento. Nesse sentido, o jogo também foi aprimorado para atualizar a identificação das necessidades

Figura 5.40: Gerenciamento dos riscos no Confronto

de inteligência e dos alvos candidatos. A Figura 5.41 apresenta a lista de necessidades de inteligência registradas no Confronto, que são os conhecimentos necessários ao prosseguimento ou aprimoramento do planejamento, ou que possibilitam uma melhor consciência situacional da missão (BRASIL, 2020a). Essa lista é apresentada ao clicar no botão cujo ícone é uma coruja, que simboliza as atividades de inteligência no âmbito militar.

Figura 5.41: Necessidades de Inteligência no Confronto

As unidades inimigas podem ser identificadas como alvos candidatos ao selecioná-las no mapa e, em seguida, clicar no ícone com uma mira em um alvo. A Figura 5.42 ilustra o cadastro de um alvo candidato que exige informar a prioridade, o efeito desejado, a classificação, o momento do engajamento e informações adicionais.

Os alvos candidatos no planejamento são reunidos em uma lista que será atualizada na etapa subsequente para a elaboração dos planos e ordens. A Figura 5.43 apresenta esta lista que é exibida no jogo ao clicar no botão da barra superior, cujo ícone é a mesma mira em um alvo. A lista indica os alvos que foram incluídos, alterados ou excluídos durante o Confronto.

Após concluir os turnos, todos os aprimoramentos da LA e as conclusões do planejamento são analisados para avaliar se efetivamente serão incorporados à LA e ao planejamento. A Figura 5.44 apresenta a lista que reúne as conclusões do Confronto referentes à inclusão e exclusão de unidades, gerenciamento dos riscos, medidas de controle aos riscos, necessidades de inteligência e alvos candidatos. O Cmt e seu EM devem selecionar as conclusões para autorizar sua aprovação para a LA e para o planejamento. Essa lista é exibida ao clicar no botão da barra cujo ícone é um relatório com um gráfico. A barra superior ainda contém um botão cujo ícone é um documento com um ponto de interrogação, que apresenta a intenção do Cmt e as orientações do coordenador do jogo, também exibidas na tela inicial do Confronto (Figura 5.35).

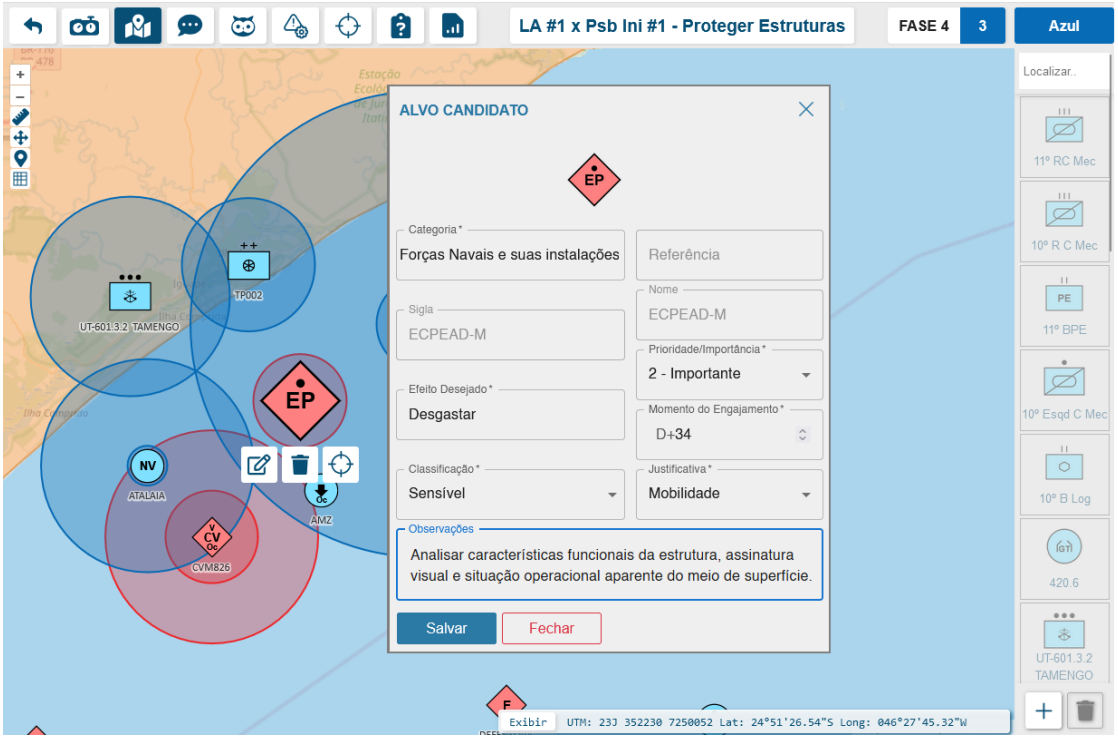

Figura 5.42: Identificação de um alvo candidato no Confronto

Figura 5.43: Lista de Alvos no Confronto

5.4.5 Avaliação do Artefato

A avaliação do jogo sério do Confronto, neste ciclo, foi realizada por meio de uma pesquisa quantitativa. Conduziu-se um experimento controlado em que o jogo foi demonstrado a instrutores de planejamento e jogos de guerra, oficiais-alunos de planejamento e outros militares com experiência nesses assuntos. Foi criado no jogo um cenário fictício ilustrativo de um planejamento militar para avaliar se o jogo implementa adequadamente o método do Confronto e possibilita aprimorar as LA, estimulando o aprendizado.

A demonstração durava cerca de 15 minutos. Ensinava-se aos participantes como elaborar as LA e Psb Ini na preparação do Confronto, além de outros cadastros no planejamento, como necessidades de inteligência, gerenciamento de riscos e lista de alvos. Na condução do Confronto, ensinava-se como ajustar a localização das unidades, registrar as decisões e também atualizar os cadastros do planejamento no contexto do Confronto. Essa demonstração era feita presencialmente com os participantes, mas também foi gravado um vídeo dela para ser compartilhado com outros participantes, cujos conflitos de agenda os impossibilitavam de acompanhar uma demonstração *in loco*. Após a demonstração, solicitou-se ao participante que preenchesse um questionário para avaliar o jogo.

O método utilizado para avaliar o jogo do Confronto foi o MEEGA+ (PETRI *et al.*, 2019), que foi originalmente proposto para avaliar jogos educacionais para o ensino de computação. Ele reúne 35 perguntas referentes à usabilidade, à experiência do usuário e à motivação ao aprendizado, conforme apresentado no Apêndice F. Os participantes devem responder o quanto concordam ou discordam das afirmativas em uma escala Likert de 1 a 5. O questionário da pesquisa aplicou o MEEGA+ de forma estrita, sem adaptações, acrescentando apenas perguntas demográficas que

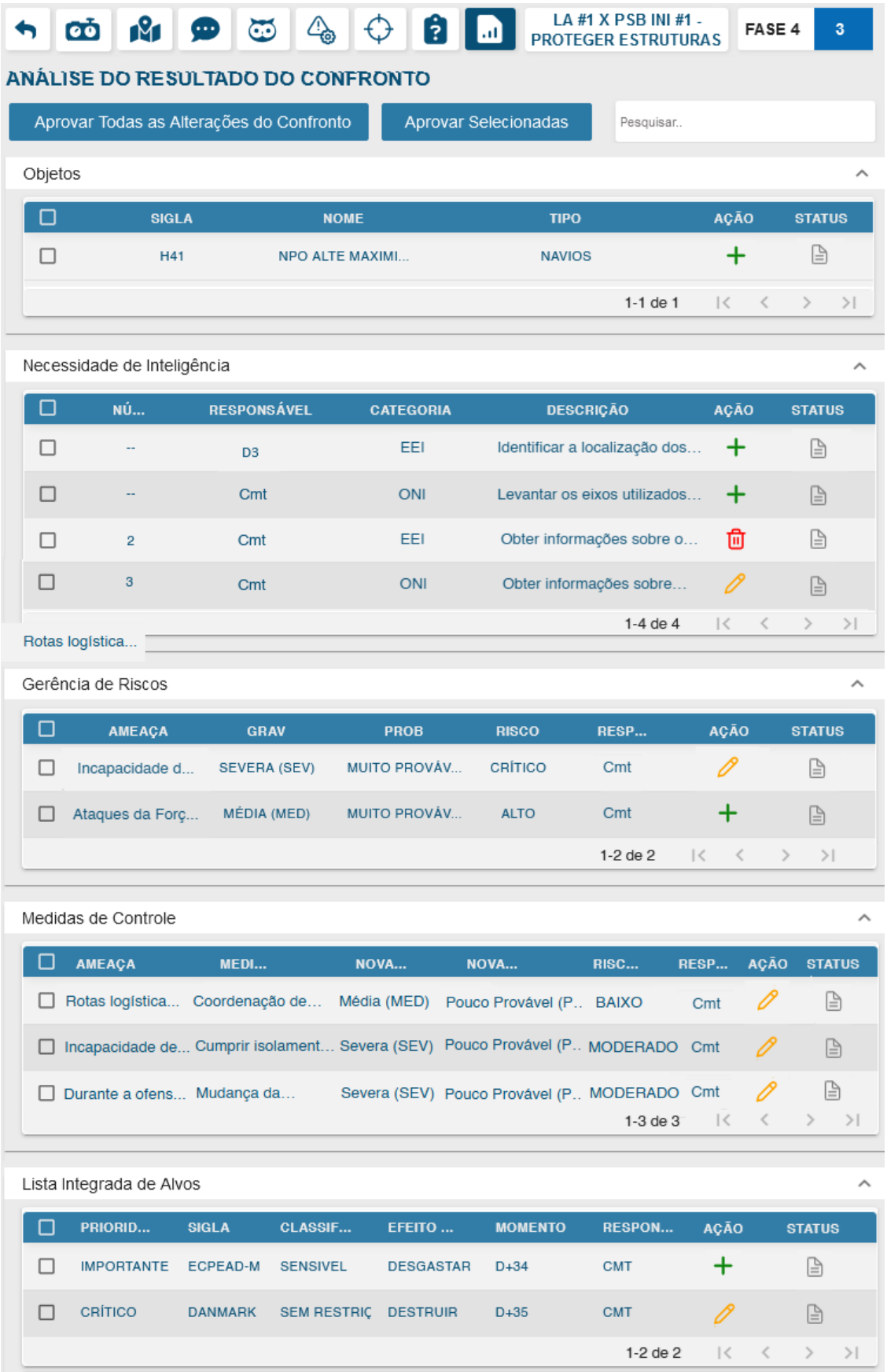

Figura 5.44: Análise das conclusões do Confronto

não alteram sua estrutura, com o objetivo de recolher informações sobre o perfil dos participantes, como a Força Armada a qual pertencem, posto, nome de guerra e anos de experiência com o método do Confronto, além de um campo de texto para escrever comentários sobre a pesquisa. Os resultados da pesquisa são detalhados nos gráficos contidos no Apêndice G.

A pesquisa contou com a participação de 65 militares, sendo 32 da Marinha, 16 do Exército e 17 da Força Aérea (Figura 5.45). Todos confirmaram que leram as informações da pesquisa, estavam cientes de seus objetivos e concordaram voluntariamente com sua participação. Destes participantes, havia 24 oficiais intermediários que estavam iniciando seus contatos com o método do Confronto, sendo 8 com o posto de Capitão ou equivalente, Capitão Tenente, e 16 com o posto de Major ou equivalente, Capitão de Corveta; 40 oficiais superiores que já possuem mais experiência com o método ou que são instrutores de planejamento, sendo 14 com o posto de Tenente Coronel ou equivalente, Capitão de Fragata, e 26 com o posto de Coronel ou equivalente, Capitão de Mar e Guerra; além de 1 oficial general, neste caso, um General do Exército que possui uma visão político-estratégica de um planejamento militar (Figura 5.46). Essa equivalência dos postos ocorre porque a Marinha adota uma nomenclatura diferente da do Exército e da Força Aérea. Uma vez que os participantes ocupam postos distintos em suas carreiras militares, eles possuem diferentes níveis de experiência com o Confronto, tanto na aplicação quanto na orientação do método em exercícios ou planejamentos reais (Figura 5.47).

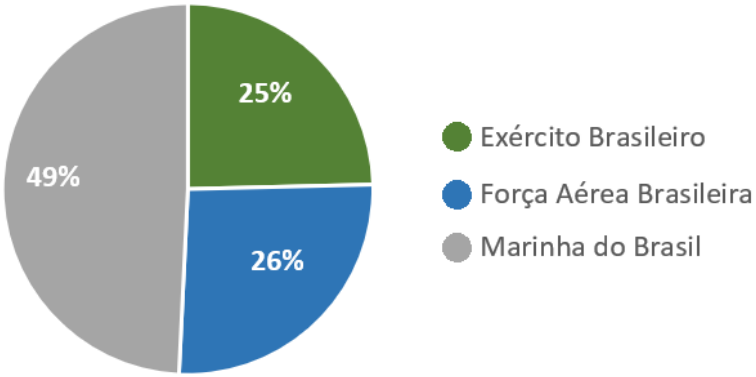

Figura 5.45: Distribuição dos participantes da avaliação por Força Armada

As primeiras doze perguntas referem-se à usabilidade do jogo, avaliando sua estética, facilidade de aprendizado, operabilidade, acessibilidade e proteção contra erros do jogador. A estética do jogo avalia se a interface permite uma interação agradável e satisfatória. Os resultados das duas perguntas referentes à estética indicaram que o visual do jogo agradou os participantes, uma vez que 96,9% concordaram que o *design* era atraente (Figura G.1), incluindo 98,5% que apreciaram os textos, cores e fontes do jogo (Figura G.2).

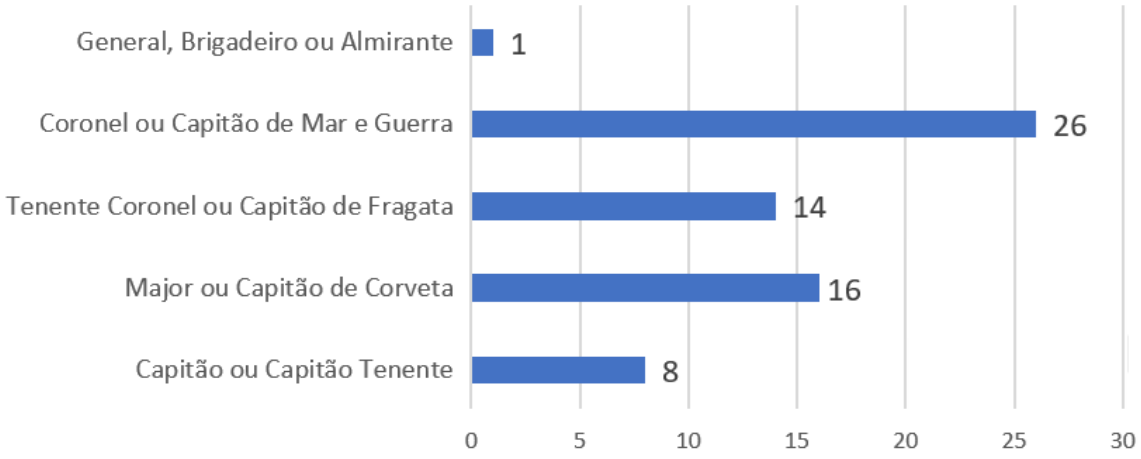

Figura 5.46: Quantidade de participantes da avaliação por posto

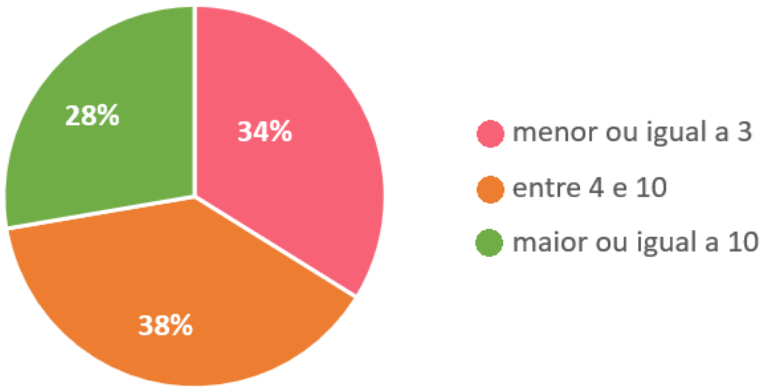

Figura 5.47: Experiência dos participantes da avaliação com o método do Confronto

A facilidade de aprendizado (aprendizibilidade) avalia o quanto aprender o jogo foi fácil para o participante e se outras pessoas também o aprenderiam. Neste caso, 58,5% concordaram que aprenderam poucas coisas para começar a jogar; porém, 30,8% indicaram a necessidade de mais aprendizado e 10,7% de bastante aprendizado (Figura G.3). Contudo, na pergunta seguinte, 75,3% afirmaram que aprenderam o jogo facilmente e 24,7% não tiveram dificuldade em aprendê-lo (Figura G.4). Outrossim, 69,3% acreditam que a maioria das pessoas aprenderia a jogá-lo rapidamente e 20% também concordam que as pessoas não teriam dificuldade em aprendê-lo (Figura G.5). Os participantes que responderam que seria necessário um aprendizado específico para o jogo explicaram que se referiam ao conhecimento prévio do método do Confronto e do processo de planejamento militar. Esses, contudo, são conhecimentos inerentes à capacitação dos oficiais ao longo de suas carreiras. Assim, atribuiu-se a dificuldade de jogá-lo ao desconhecimento do método e do processo.

As duas perguntas referentes à operabilidade avaliam as mecânicas do jogo que facilitam sua operação e controle e, assim, estão relacionadas à facilidade de apren-

der a jogá-lo. Os resultados, inclusive, foram semelhantes, visto que 73,8% dos participantes consideraram o jogo fácil de jogar, 18,5% não o acharam tão fácil e 7,7% o consideram difícil (Figura G.6). No entanto, 83,1% dos participantes compreenderam as regras claramente, 13,8% também conseguiram compreendê-las e 3,1% tiveram alguma dificuldade em entendê-las (Figura G.7).

A acessibilidade avalia se o jogo pode ser usado por pessoas com deficiência visual leve ou moderada ou com daltonismo. Todos os participantes concordaram que o tamanho e o estilo das fontes utilizadas no jogo são legíveis (Figura G.8) e as cores são compreensíveis (Figura G.9), mas dois participantes não concordaram que a aparência do jogo pode ser personalizada (Figura G.10).

Concluindo a avaliação da usabilidade, analisou-se a capacidade do jogo de prevenir que os jogadores cometessem erros para aprimorar a LA durante o Confronto. Nesse sentido, 63% dos participantes concordaram que o jogo os protege de errar, 26,2% não tiveram essa percepção e 10,8% discordam dessa capacidade do jogo (Figura G.11). Esses resultados reforçam que o jogo ainda pode dispor de recursos para melhor apoiar o planejamento; por exemplo, modelos de cinemática para analisar fatores de tempo e distância nos movimentos das unidades e modelos logísticos para estimar a sustentabilidade da LA. Além disso, 67,7% dos participantes concordaram que, quando cometem um erro no jogo, conseguem se recuperar facilmente; 23,1% não tiveram essa percepção e 9,2% discordam dessa capacidade do jogo (Figura G.12). Os erros cometidos pelo EM impactam diretamente o planejamento da LA. A identificação de um erro em determinado momento da LA provavelmente demandará o replanejamento das ações, dos efeitos, dos pontos decisivos e das fases subsequentes. Dessa forma, ressalta-se a importância de que o sistema disponha de recursos voltados à prevenção de erros, contribuindo para reduzir o tempo e o esforço despendidos pelo EM no planejamento.

A Tabela 5.8 e a Figura 5.48 apresentam uma síntese dos resultados da avaliação da usabilidade do jogo do Confronto.

Quatorze perguntas referem-se à experiência do usuário, neste caso, do jogador. Elas avaliam sua confiança, desafio, diversão, satisfação, interação social e diversão. A confiança avalia se os jogadores são capazes de avançar no jogo por meio de esforço e habilidade. Em relação à impressão inicial do jogo, 78,5% dos participantes afirmaram que pensavam que o jogo seria fácil, 12,3% estavam indecisos em relação a essa facilidade, enquanto outros 9,2% acreditavam que o jogo apresentaria uma certa dificuldade (Figura G.13). No entanto, 89,2% dos participantes afirmaram que a organização do conteúdo sugeriu que teriam algo a aprender com o jogo (Figura G.14).

O desafio avalia o quanto as situações criadas no jogo desafiam o conhecimento dos jogadores. Nesse sentido, 86,2% dos participantes consideram o jogo desafiador,

Tabela 5.8: Resultados referentes à usabilidade do jogo

Item	Frequência 1	2	3	4	5	Moda
Estética	0%	0%	3% (2)	42% (27)	55% (36)	5
	0%	0%	2% (1)	20% (13)	78% (51)	5
Aprendizibilidade	2% (1)	9% (6)	31% (20)	32% (21)	26 %(17)	4
	0%	6% (4)	18% (12)	48% (31)	28% (8)	4
	3% (2)	8% (5)	20% (13)	46% (30)	23% (15)	4
Operabilidade	2% (1)	6% (4)	18% (12)	46% (30)	28% (18)	4
	2% (1)	2% (1)	14% (9)	42% (27)	42% (27)	4
Acessibilidade	0%	0%	2% (1)	10% (7)	88% (57)	5
	0%	0%	0%	9% (6)	91% (59)	5
	2% (1)	2% (1)	14% (9)	36% (24)	46% (30)	5
Proteção contra erros do usuário	2% (1)	9% (6)	26% (17)	42% (27)	21% (14)	4
	0%	9% (6)	23% (15)	34% (22)	34% (22)	4

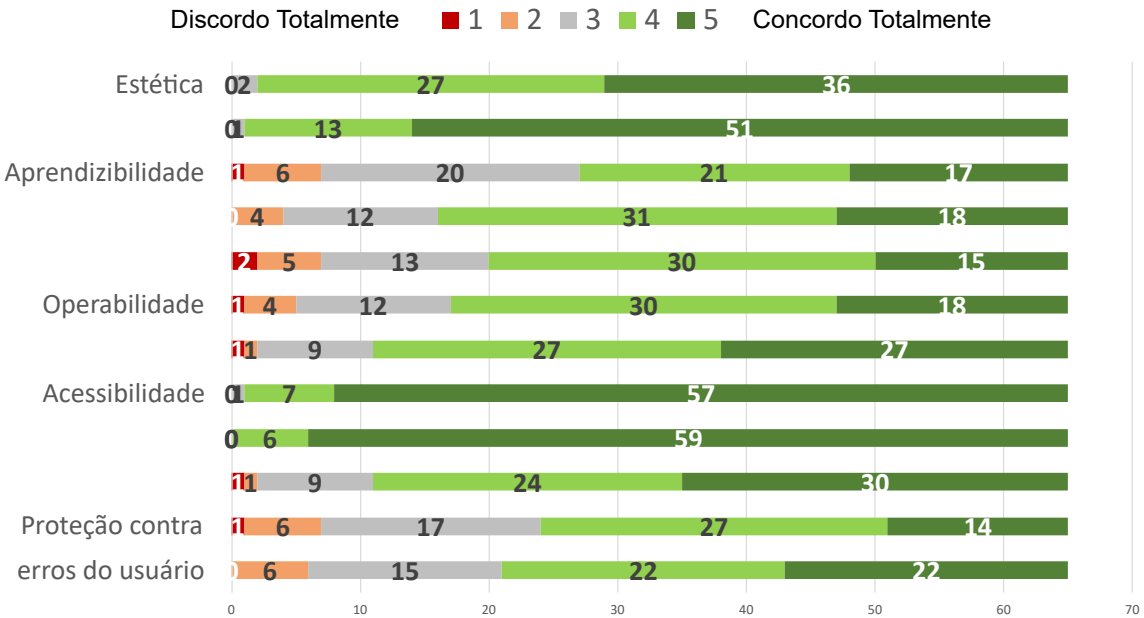

Figura 5.48: Visão gráfica da avaliação da usabilidade do jogo

7,7% foram mais céticos quanto aos possíveis desafios e apenas 6,1% não concordaram (Figura G.15). O ritmo oferecido pelos desafios foi considerado adequado por 81,5% dos participantes, 10,8% hesitaram quanto a este ritmo e 7,7% o consideraram inadequado (Figura G.16). Contudo, em relação à variedade de desafios, 76,9% afirmaram que o jogo não era monótono, 16,9% não ficaram tão satisfeitos quanto à variedade e 6,2% acharam o jogo repetitivo (Figura G.17). Apesar de o jogo ter sido avaliado positivamente em relação aos desafios, a introdução de novas mecânicas referentes aos fatores de tempo e distância, sustentação logística e avaliação de danos nos engajamentos poderia criar experiências mais próximas da realidade e igualmente desafiadoras.

A satisfação avalia se os jogadores reconhecem que seus esforços e dedicação no jogo resultaram em aprendizado. Completar as tarefas do jogo resultou em realização para 77% dos participantes, provocou pouca emoção para 16,9% e não influenciou os sentimentos de 6,1% (Figura G.18). Contudo, 81,5% dos participantes reconheceram que seu esforço os permitiu avançar no jogo(Figura G.19); outros 89,2% ficaram satisfeitos com o que aprenderam (Figura G.20); e 90,8% recomendariam o jogo para seus amigos (Figura G.21).

A interação social avalia se o jogo promove um ambiente que conecta as pessoas em atividades de cooperação ou competição. Nesse ambiente, 87,7% dos participantes afirmaram que interagiram com outras pessoas durante o jogo (Figura G.22) e reconheceram que o jogo promove a cooperação ou a competição (Figura G.23), enquanto 83,1% reconheceram que se sentiram bem ao interagir com outras pessoas (Figura G.24).

A diversão avalia as sensações de prazer, felicidade, relaxamento e distração dos jogadores ao jogar. Nesse sentido, 66,2% dos participantes afirmaram que se divertiram durante o jogo, 21,5% pouco se divertiram e 12,3% não se divertiram (Figura G.25). Por fim, as situações ocorridas no jogo fizeram 43,1% dos participantes sorrirem e provocaram pouca ou nenhuma alteração no humor em 36,9% e 20%, respectivamente (Figura G.26).

Foi ressaltado que o jogo do Confronto é um jogo sério, cujo propósito concentra-se no aprendizado, em detrimento da diversão. O *design* do jogo também procurou estimular a motivação e a imersão dos jogadores. Os jogos de guerra, incluindo o Confronto, devem estimular os jogadores a tomarem decisões racionais, bem como inibir suas emoções (OURIQUES *et al.*, 2021). Assim, espera-se que os jogadores também sintam prazer em jogá-los e, se possível, se divirtam.

A Tabela 5.9 e a Figura 5.48 apresentam uma síntese dos resultados da avaliação da experiência do usuário no jogo do Confronto.

Por fim, nove perguntas referem-se à motivação para o aprendizado do jogador. Elas avaliam a atenção do jogador, a relevância do jogo e sua percepção do aprendizado. A atenção avalia a concentração e a imersão dos jogadores durante o jogo. Nesse sentido, o jogo logo capturou a atenção de 83,1% dos participantes e, inicialmente, pouco chamou a atenção dos demais (Figura G.27). Em relação à imersão, 58,4% dos participantes afirmaram que perderam a noção do tempo durante o jogo (Figura G.28), enquanto 55,4% esqueceram do ambiente ao seu redor (Figura G.29).

A relevância avalia se os alunos percebem que o jogo do Confronto contribui para sua formação profissional e para a tomada de decisão. Os resultados reforçaram a importância do jogo, visto que 98,5% dos participantes afirmaram que o jogo era relevante para seus interesses (Figura G.30), reconhecem que o conteúdo do jogo está relacionado ao planejamento militar (Figura G.31) e admitem que o jogo é um

Tabela 5.9: Resultados referentes à experiência do usuário no jogo

Item	Frequência 1	2	3	4	5	Moda
Confiança	0%	9% (6)	12% (8)	43% (28)	35% (23)	4
	0%	3% (2)	8% (5)	37% (24)	52% (34)	5
	2% (1)	5% (3)	8% (5)	48% (31)	38% (25)	4
Desafio	0%	8% (5)	11% (7)	43% (28)	38% (25)	4
	0%	6% (4)	17% (11)	26% (17)	51% (33)	5
	2% (1)	4% (3)	17% (11)	26% (17)	51% (33)	5
Satisfação	2% (1)	2% (1)	14% (10)	40% (26)	42% (27)	5
	0%	3% (2)	8% (5)	34% (22)	55% (36)	5
	2% (1)	0%	8% (5)	25% (17)	65% (42)	5
Interação Social	2% (1)	2% (1)	9% (6)	22% (15)	65% (42)	5
	0%	0%	12% (8)	20% (13)	68% (44)	5
	3% (2)	2% (1)	12% (8)	31% (20)	52% (34)	5
Diversão	3% (2)	9% (6)	22% (14)	38% (25)	28% (18)	4
	9% (6)	11% (7)	37% (24)	18% (12)	25% (16)	3

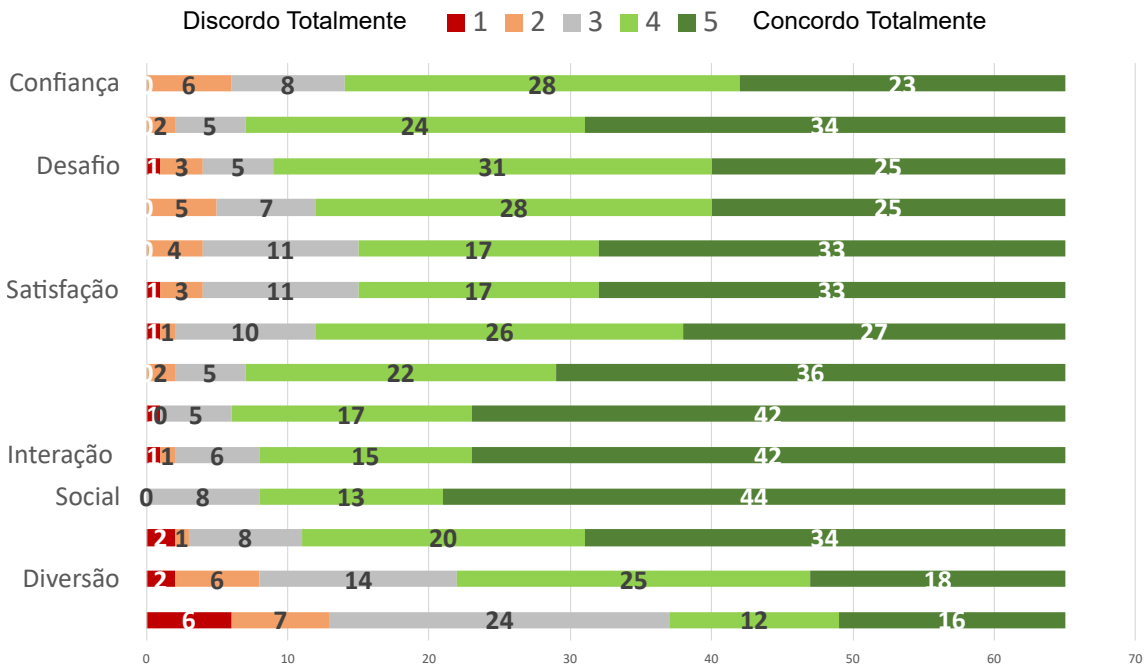

Figura 5.49: Visão gráfica da avaliação da experiência do usuário no jogo

método adequado para ensinar o Confronto (Figura G.32). Além disso, 78,5% dos participantes preferem aprender o Confronto com este jogo do que com outro método; porém, 20% não têm preferência pelo jogo ou outro método, e 1,5% preferem outro método (Figura G.33).

A aprendizagem percebida avalia as percepções sobre o efeito geral do jogo no aprendizado dos alunos em relação ao método do Confronto para aprimorar uma LA e, consequentemente, um planejamento militar. Os resultados indicaram que

97% dos participantes afirmaram que o jogo contribuiu para o seu aprendizado no Confronto (Figura G.34). Outros 87,7% afirmaram que o jogo é eficiente para o aprendizado, comparando-o com outras atividades no planejamento, enquanto os demais consideram que o jogo é tão eficiente quanto outras atividades (Figura G.35).

A Tabela 5.9 e a Figura 5.48 apresentam uma síntese dos resultados da avaliação da motivação ao aprendizado no jogo do Confronto.

Tabela 5.10: Resultados referentes à motivação ao aprendizado no jogo

Item	Frequência					Moda
	1	2	3	4	5	
Atenção Focada	0%	6% (4)	11% (7)	38% (25)	45% (29)	5
	3% (2)	8% (5)	31% (20)	34% (22)	24% (16)	4
	3% (2)	14% (9)	28% (18)	29% (19)	26% (17)	4
Relevância	0%	2% (1)	0%	20% (13)	78% (51)	5
	0%	0%	2% (1)	11% (7)	87% (57)	5
	0%	0%	2% (1)	14% (9)	84% (55)	5
Aprendizagem Percebida	0%	2% (1)	20% (13)	35% (23)	43% (28)	5
	0%	2% (1)	2% (1)	26% (17)	70% (46)	5
	0%	0%	12% (8)	32% (21)	56% (36)	5

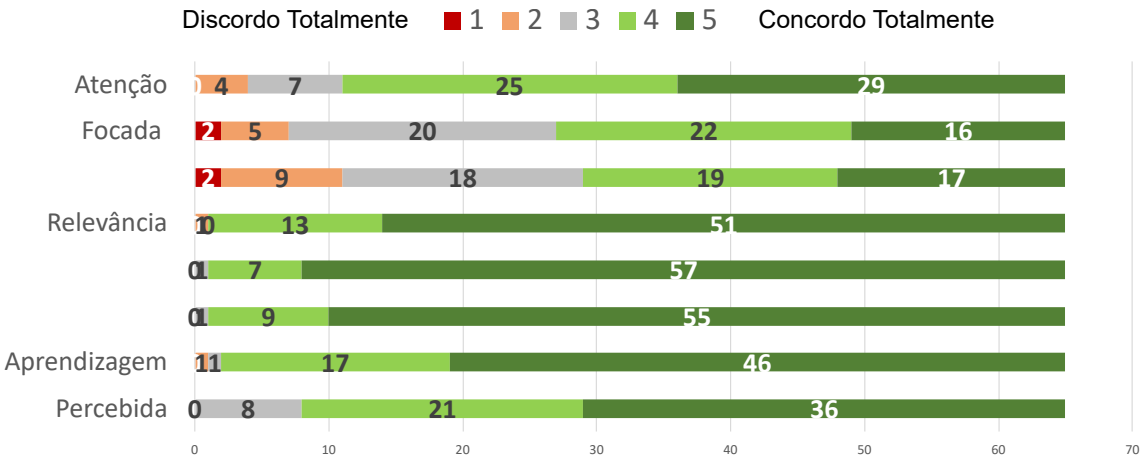

Figura 5.50: Visão gráfica da avaliação da motivação ao aprendizado no jogo

Os resultados evidenciaram que o jogo teve uma boa aceitação entre os participantes. Conclui-se, portanto, que ele tem potencial para apoiar o método do Confronto durante o planejamento militar, mas ainda carece de melhorias e da diversificação de suas mecânicas, a fim de oferecer maiores desafios aos jogadores, aumentar a imersão e fornecer mais subsídios para a tomada de decisões.

5.4.6 Comunicação dos Resultados

A comunicação dos resultados deste ciclo compreenderá a escrita de um artigo para descrever as atividades de DSRM realizadas nele, destacando o *design*, a de-

monstração e a avaliação quantitativa do jogo do Confronto. Planeja-se submeter este artigo a uma revista de *game design*, como Simulation & Gaming ou International Journal of Serious Games, ou até mesmo a uma revista com foco em defesa, por exemplo, Journal of Defense Modeling and Simulation.

Um estudo sobre o balanceamento de jogos, complementar à pesquisa, contribui para aprimorar o *design* do jogo do Confronto em relação ao balanceamento das capacidades das unidades e das estratégias para cumprir os objetivos. Este estudo resultou em dois artigos que propõem simular a economia interna do jogo ainda na fase de *design* (OURIQUES *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2023). Esta hipótese foi aplicada para balancear um jogo sério que ensina sustentabilidade às organizações.

- SILVA, F., OURIQUES, L., PARREIRAS M., MAGALHÃES M., XÉXEO, G., 2023, "Balanceamento do ESG+P utilizando o Machinations: um Estudo de Caso". Em: Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2023), Sociedade Brasileira de Computação, Novembro; e
- OURIQUES, L., SILVA, F., PARREIRAS M., MAGALHÃES M., XÉXEO, G., 2024, "Balancing and Analyzing Player Interaction in the ESG+P Game with Machinations". Em: Journal on Interactive Systems, V. 15, N. 1, doi: 10.5753jis.2024.4186.

Capítulo 6

Discussão

Este capítulo, que precede a conclusão da tese, apresenta discussões sobre os resultados obtidos e os assuntos tratados na pesquisa. Além disso, revisita as questões de pesquisa, explicando como elas foram respondidas por meio do *design* dos artefatos nos ciclos de DSRM.

6.1 Resultados Obtidos e Assuntos Tratados

Essa pesquisa abordou temas como jogos de guerra, planejamento militar, o método do Confronto entre as LA e Psb Ini, tomada de decisão, além de modelagem conceitual, ontologias e *design* de jogos. Em cada um desses temas, foram obtidos resultados e discutidos diferentes assuntos que serão apresentados a seguir.

Embora os jogos de guerra estejam passando por um crescente revigoramento, ainda enfrentam desafios significativos, por exemplo, o estigma em torno desses jogos nos ambientes militar e acadêmico, uma vez que ainda são vistos como brincadeiras. Muitos não compreendem sua aplicação real na formulação de estratégias e na tomada de decisões. A falta de uma memória organizacional também representa um risco para a continuidade dessa prática, uma vez que os conhecimentos adquiridos em jogos de guerra anteriores permanecem restritos a indivíduos específicos, sem serem devidamente documentados e compartilhados nas organizações (BARROS, 2025). Nesse sentido, esta pesquisa contribui para criar uma estrutura que registra e sistematiza o conhecimento adquirido nos jogos de guerra e no Confronto em relação às decisões tomadas pelos jogadores.

As ontologias construídas para representar os jogos de guerra contribuíram para a criação dessa estrutura. Os desafios enfrentados para implementá-las incluíram compreender as características, agentes, elementos e relações; resolver as ambiguidades semânticas encontradas em manuais e na literatura; e seguir as restrições e os padrões da modelagem de ontologias, que utilizaram a UFO e a OntoUML.

A Figura 5.6 apresentou uma UFO-A das possíveis características a serem definidas nas fases de Especificação e *Design*. Essas características podem ser combinadas livremente, de acordo com as decisões de *design*, para atender aos objetivos do jogo. No entanto, entende-se que a abstração poderia estabelecer uma relação entre elas.

Um jogo de guerra retrata o fenômeno da guerra, aumentando a abstração do nível tático ao político. Jogos táticos e operacionais são, em geral, menos abstratos e consideram menos variáveis. Esses jogos costumam ser conduzidos em formato sistêmico, com informações frequentemente fechadas (PERLA, 1990). A arbitragem tende a ser rígida, baseando-se em regras e modelos. As variáveis e os resultados são comumente quantitativos. O ciclo de decisão é mais rápido; consequentemente, o fator tempo é mais relevante e tende a ser contínuo (CAFFREY JR, 2019).

Jogos estratégicos e políticos são, em geral, mais abstratos e criam um modelo de cenário mais complexo que exige muitas variáveis. Eles costumam ser conduzidos em formato de seminário, com informações geralmente abertas (PERLA, 1990). A arbitragem tende a ser livre, baseando-se na experiência dos juízes para julgar os resultados do combate, mas também pode ser consensual, quando os jogadores discutem suas decisões e chegam a um acordo. As variáveis e os resultados são comumente qualitativos. O fator tempo é menos relevante, de modo que o tempo geralmente avança em turnos, com o jogo focando apenas em eventos decisivos (CAFFREY JR, 2019). Os jogos de guerra matriciais situam-se nesse espectro entre os jogos de seminário e sistêmicos (APPLEGET *et al.*, 2020).

A Figura 6.1 sugere relações entre essas características. Esse *framework* pode auxiliar no *design* de jogos de guerra, ao sugerir relações de dependência entre os elementos associados a essas características.

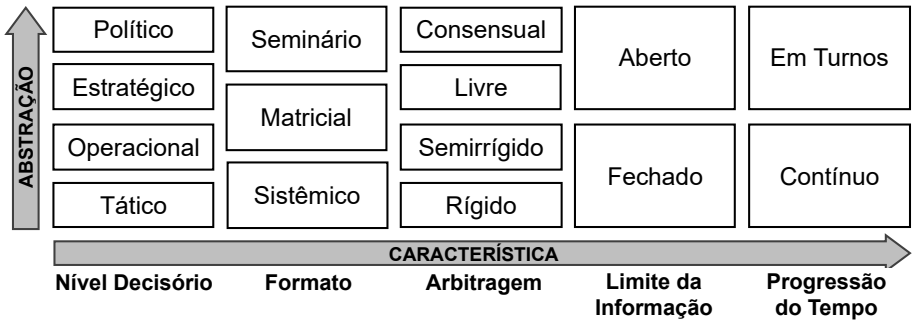

Figura 6.1: Relação entre as características dos jogos de guerra

O *design* de um jogo de guerra geralmente se concentra em um único nível decisório (PERLA, 1990). Embora seja possível que esses jogos contemplem mais de um nível, ainda não há consenso sobre como conduzir um jogo multinível. Recomenda-se priorizar um nível específico, pois os jogadores podem ficar confusos se o jogo misturar diferentes níveis (PERLA e MARKOWITZ, 2009a). O gerenciamento do tempo cria desafios para um jogo multinível, visto que níveis distintos possuem ci-

clos de decisão diferentes (CAFFREY JR, 2019). O nível mais baixo pode ditar o ritmo do jogo, deixando os níveis superiores aguardando a sincronização, ou seja, recebendo atualizações da situação.

Um diferencial da ontologia das características dos jogos de guerra é ter incorporado conceitos da Teoria dos Jogos (Figura 5.6). A revisão da literatura revelou que os autores têm classificado os jogos de guerra utilizando as mesmas características desde MCHUGH (1966) e PERLA (1990). Contudo, há pesquisas em jogos de guerra que citam a Teoria dos Jogos como uma ferramenta valiosa para formular estratégias (BRACKEN e SHUBIK, 2001; HANLEY JR, 2017), estimar os *payoffs* das decisões dos jogadores (CURRY, 2020; POLSKI, 2019), mitigar riscos e reduzir custos (NGUYEN *et al.*, 2018). A Polônia inclui tais princípios para classificar seus jogos de guerra em: soma zero ou soma não zero, sequencial ou simultâneo, informação completa ou incompleta, e cooperativo ou não cooperativo (WNOROWSKI, 2022), enquanto a Noruega apresentou um jogo de guerra bilateral, classificando-o como não cooperativo, assimétrico, sequencial e com informação imperfeita (EVENSEN *et al.*, 2019).

Os jogos de guerra são centrados na tomada de decisão, o que exige que os jogadores façam escolhas estratégicas dentro de um cenário para alcançar objetivos. As decisões dos jogadores moldam o avanço do jogo, geram possíveis soluções e possibilitam a avaliação das consequências. O *design* de jogos de guerra envolve o desafio de modelar crises ou conflitos complexos em um artefato jogável, incluindo a criação de cenários e a modelagem das decisões.

A criação de cenários tem como objetivo desenvolver um contexto possível, viável e desejável que apoie a tomada de decisão para alcançar os objetivos. Os *game designers* devem colaborar com especialistas para identificar tendências e incertezas nos fatores políticos, econômicos, sociais e tecnológicos. O cenário é descrito como uma narrativa composta por eventos que exigem a tomada de decisão, sendo que cada decisão direciona a narrativa por caminhos alternativos, gerando uma árvore de decisão. Ele delimita os pontos de decisão a serem enfrentados durante o jogo, bem como o ambiente em que ocorrem. Seu escopo está diretamente relacionado ao nível decisório e aos objetivos; sua criação é uma tarefa complexa que contempla múltiplas variáveis que influenciam a tomada de decisão. Essas variáveis incluem o terreno, o clima, as forças opostas, aliados e neutros, o equilíbrio e a disposição das unidades aéreas, navais e terrestres, o poder relativo de combate, a avaliação da situação pelo Cmt, a liderança e a orientação, as pressões de tempo e distrações, as restrições logísticas e táticas, e os planos estratégicos presumidos.

Em relação à tomada de decisão, o modelo conceitual da Figura 5.5 sugere que mais de um decisor pode participar de um evento de decisão; porém, as ontologias das fases de *Design*, Execução e Análise definem que há apenas um decisor. Na maioria

dos cenários, um único indivíduo costuma ser responsável pela decisão. Contudo, em cenários militares, incluindo os jogos de guerra, o EM normalmente apoia as decisões do Cmt, mas apenas o Cmt é, em última instância, responsável por elas (OURIQUES *et al.*, 2023). Se esses cenários envolvessem múltiplos decisores, esta pesquisa poderia explorar abordagens adicionais para alcançar o consenso de forma colaborativa.

As ontologias propostas concentraram-se em descrever o processo de tomada de decisão e não em sugerir ou priorizar critérios e alternativas para a decisão. Regras, objetivos, cenários e unidades também são elementos dos jogos de guerra que influenciam as decisões. Essas decisões dependem não apenas das informações fornecidas pelo jogo, mas também da experiência e das intenções dos jogadores. O *design* de jogos de guerra deve compreender e estruturar o processo de tomada de decisão, permitindo que os jogadores expliquem suas razões, critérios e crenças, e avaliem alternativas, considerando incertezas, possíveis resultados e objetivos. Além de registrar as decisões, os jogos de guerra também estabelecem uma estrutura para a arbitragem e a análise das decisões.

A formalização do conhecimento e dos critérios de decisão permanece um desafio nos jogos de guerra, exercícios e operações militares, devido à natureza heterogênea e complexa da guerra. Esses critérios podem incluir capacidades de comando e controle, ofensivas, defensivas, apoio, logística, inteligência, mobilidade e treinamento para ações que exijam essas capacidades. Contudo, muitas vezes, esses critérios são excessivamente abstratos para serem mensurados. Outras abordagens podem ajudar a sugerir critérios mais mensuráveis que afetam, por exemplo, as ações de movimentação e combate. Esses critérios incluem a força relativa de combate da própria força comparada à do inimigo, o terreno, as condições meteorológicas, fatores da área operacional, o tempo disponível, a própria missão (JEONG *et al.*, 2016; OURIQUES *et al.*, 2019a) e o alcance dos objetivos (GUIZZARDI *et al.*, 2018b).

Os jogos de guerra incentivam os jogadores a levantar e responder a questionamentos; porém, comumente se concentram em explicar suas decisões. Devido a restrições de tempo, não se preocupam em descrever alternativas. Contudo, as situações podem mudar significativamente quando os jogadores tomam decisões diferentes em determinados eventos. As ontologias propostas incorporam cenários alternativos, permitindo que a execução seja revisitada. Uma iniciativa para aprimorá-las, contemplando critérios e riscos em torno das decisões, poderia examinar a ontologia de tomada de decisão de KORNYSHOVA e DENECKÈRE (2010), que representa alternativas, critérios, pesos e limiares, e as ontologias de SALES *et al.* (2017, 2018) e AMARAL *et al.* (2021), que contêm análises de valor e risco.

Os *designs* de jogos de guerra podem ser aplicados tanto em contextos militares quanto civis. No âmbito militar, eles podem preparar o EM para desafios ines-

perados na guerra moderna, que evoluiu além dos conflitos bilaterais tradicionais, incorporando novas estratégias, tecnologias e combatentes. Em guerras assimétricas, como táticas de guerrilha, terrorismo e insurgências, um adversário significativamente mais fraco emprega métodos não convencionais contra um oponente mais forte. Na guerra da informação, manipula-se a propaganda, a desinformação e as operações psicológicas para influenciar a opinião pública e a tomada de decisão do inimigo. Além disso, avanços tecnológicos introduziram ataques cibernéticos para interromper ou danificar a infraestrutura e as comunicações do inimigo, bem como unidades operadas remotamente (drones) e sistemas de defesa autônomos para reconhecimento e combate. O uso de agentes biológicos como armas, incluindo vírus, bactérias e toxinas, também surgiu como uma ameaça potencial.

No âmbito civil, os jogos de guerra também permitem que os decisores planejem estratégias para enfrentar crises e, em seguida, executem e aprimorem essas estratégias em um ambiente simulado e sem riscos. As crises civis também têm proporcionado novos e complexos desafios à medida que as nações se deparam com crises sem precedentes, incluindo desastres naturais, emergências de saúde, falhas em infraestruturas críticas e ataques cibernéticos. No ambiente corporativo, as empresas também precisam lidar com um mercado cada vez mais dinâmico, enfrentando desafios como competição, mudanças no comportamento do consumidor, inovação e diferenciação, instabilidade econômica, riscos financeiros, dependências da cadeia de suprimentos e disrupções tecnológicas. Assim, os jogos de guerra podem servir como ferramentas valiosas para treinar e aprimorar a capacidade de líderes políticos e seus assessores a gerenciar crises de forma eficaz, coordenar respostas e proteger os cidadãos. Da mesma forma, eles podem preparar gestores com habilidades para lidar com as incertezas do mercado, gerenciar as finanças, otimizar recursos e mitigar riscos.

A partir dessa perspectiva, os jogos de guerra militares e civis compartilham elementos comuns. Tanto a resposta a crises quanto as operações militares ocorrem em um cenário e em um ambiente definidos, com os decisores (jogadores) definindo ações para alcançar objetivos, mas respeitando um conjunto de regras. No entanto, enquanto os conflitos militares frequentemente envolvem uma força inimiga, as crises civis geralmente enfrentam, como oponentes, a fúria da natureza, doenças ou falhas nas infraestruturas. Portanto, seu objetivo não é derrotar um inimigo, mas sim controlar a crise e minimizar seu impacto na sociedade. No ambiente corporativo, os jogos de guerra simulam desafios reais para aprimorar o pensamento estratégico e a tomada de decisão, permitindo que os gestores antecipem mudanças no mercado, avaliem as estratégias dos concorrentes e se adaptem a avanços tecnológicos. Esses jogos corporativos introduzem novos atores, já que os concorrentes atuam como oponentes, enquanto os consumidores influenciam o cenário; o ambiente é um mercado

competitivo, no qual as empresas devem defender e expandir sua participação.

Todos esses assuntos discutidos em relação ao *design* dos jogos de guerra também se aplicam ao Confronto, devido à proposta desta pesquisa de representá-lo como um jogo de guerra. As ontologias construídas no primeiro ciclo de DSRM serviram de base para o modelo de proveniência do jogo sério do Confronto no terceiro ciclo.

O segundo ciclo de DSRM já formalizou a modelagem de processos do Confronto. Durante o levantamento dos requisitos, um especialista ressaltou que o propósito da dinâmica do Confronto é oferecer à força amiga (Azul) a última análise em um turno. Assim, recomenda-se que o Azul tenha a iniciativa das ações em turnos com número ímpar de movimentos, enquanto o inimigo (Vermelho) inicie os turnos com número par de movimentos.

No terceiro ciclo de DSRM, a avaliação qualitativa do protótipo do jogo sério do Confronto gerou sugestões para aprimorá-lo e comentários em torno dos temas questionados. Os participantes elogiaram a iniciativa do jogo do Confronto e reconheceram que ele possibilita reduzir o esforço e o tempo no planejamento, poupar o trabalho de marcação na carta, liberar tempo para que o EM se concentre efetivamente nas decisões, diminuir o grau de incerteza em torno delas, além de permitir testar variações e refletir sobre a melhor formulação da LA. Eles também destacaram que o jogo é capaz de produzir um efeito emocional nos jogadores, já que estes percebem que os resultados são coerentes e úteis. Contudo, ressaltaram que, embora o jogo digital apresente um visual atraente e moderno, é necessário um embasamento metodológico para a criação do cenário e dos pontos de decisão, que ofereça desafios para que os objetivos sejam alcançados. Assim, espera-se evitar críticas de que se trata de um produto com apenas uma roupagem bonita e que não agrega valor.

Os participantes destacaram que um jogo de guerra, seja analógico (tabuleiro) ou digital, ajuda a pensar, avaliar e refinar o problema antes de entrar em combate. O jogo, inclusive, facilita a comunicação com os superiores, já que os militares veem a manobra de maneira visual. Ressaltaram que o importante é seguir o método do Confronto, conforme preconizado na doutrina.

Um participante afirmou preferir o jogo analógico por possibilitar interações mais dinâmicas entre os jogadores e entre o jogador e os componentes do jogo. Nesse sentido, indicou que um desafio do jogo digital é oferecer mecânicas que reproduzam essas interações, por exemplo, avançar e retroceder, possibilitando revisar o que aconteceu. Outro participante sugeriu disseminar o jogo e repetir os cenários analisados mais vezes, visando agregar conhecimento ao longo do tempo.

Eles também ressaltaram o potencial de um jogo digital para aprimorar a LA, apoiar a tomada de decisão e organizar e registrar conclusões a partir da dinâmica de ação, reação e contrarreação. Eles sugeriram a incorporação de modelos ao jogo para apoiar, de forma eficaz, a tomada de decisão do Cmt. Neste ciclo, as mecânicas

do jogo concentraram-se em reproduzir, em uma interface digital, as interações dos jogadores com as unidades em um tabuleiro. A adição de mais recursos, como modelos de cinemática, detecção e logística, permitirá ao EM avaliar a praticabilidade da LA, incentivando os jogadores a optar pelo jogo digital em vez do tabuleiro para conduzir o Confronto.

Outro participante corroborou a importância de ensinar o método do Confronto e sugeriu procedimentos a serem adotados pelo EM na formulação de suas LA. Nesse sentido, ele deve indicar os alvos inimigos a serem atacados em cada ponto decisivo, bem como as unidades próprias que devem ser protegidas. Além disso, deveria alocar unidades e recursos de forma a atacar e proteger simultaneamente, priorizando os ataques e defesas de maneira mais eficaz.

Alguns também sugeriram que o jogo deveria lidar com as incertezas nos resultados das ações para proporcionar maior realismo e estímulo ao EM. Assim, o jogo poderia incluir tabelas ou modelos estocásticos nesses resultados, como a avaliação de danos após o combate, o alcance dos sensores para detectar o inimigo e a precisão das armas para atingir os alvos.

Também se destacou que o jogo deve gerar tanto resultados favoráveis quanto desfavoráveis ao conduzir o aprendizado. Se uma análise do Confronto apresenta apenas resultados positivos, não há estímulo para desenvolver condutas de combate. Um resultado positivo reforça a continuidade da execução das ações, enquanto um resultado negativo incentiva a reflexão e a revisão de todo o planejamento realizado.

No quarto ciclo de DSRM, o jogo aprimorado com base nas sugestões do ciclo anterior foi avaliado quantitativamente por um número maior de participantes. Também foram feitas novas sugestões de melhorias e comentários a respeito dos temas questionados.

Os participantes ressaltaram que o jogo, em termos de estrutura semântica, ontologia e objetos, contribui para o treinamento dos decisores militares e o aperfeiçoamento dos planejamentos realizados. Destacaram que o jogo possui requisitos para planejar uma missão, mas os jogadores devem ter um conhecimento prévio dos termos utilizados. Também apontaram que a dinâmica de utilização das LA, em razão da Psb Ini, deve sempre levar em consideração as mudanças que ocorrem no campo de batalha diariamente. Dessa forma, é imprescindível que o jogo possibilite elaborá-las e modificá-las facilmente.

Um participante acredita que a ferramenta representa um grande avanço para a condução do Confronto, ampliando a capacidade de aprimorar planejamentos simulados e reais, e proporcionando uma melhor compreensão da execução das operações. Também indicou que essa iniciativa poderá abrir uma linha de desenvolvimento e pesquisas futuras, com potencial para aprimorar o planejamento e a execução de operações militares no Brasil.

Foi sugerido que o jogo explore dois elementos: a temporalidade dos acontecimentos, incluindo eventos concorrentes e os impactos da ordem dos eventos nos resultados e na avaliação das LA; e a ocorrência de eventos aleatórios, aproximando o jogo de situações mais reais. Ainda sugeriram acoplar um modelo dinâmico para o combate, de acordo com dados históricos disponíveis e estimativas de especialistas.

A qualidade da concepção do jogo foi reconhecida, uma vez que os participantes indicaram que ele se mostrava robusto e promissor. Destacou-se a existência de uma gama de mecânicas desenvolvidas para facilitar a interação dos jogadores e o registro dos movimentos e turnos. No entanto, ressaltaram que ainda depende de diversos ajustes para torná-lo mais interativo e apoiar melhor as atividades. Indicou-se que será necessário utilizá-lo mais vezes para atestar sua viabilidade técnica e identificar pontos de aperfeiçoamento.

Nas avaliações desses dois últimos ciclos, os participantes também sugeriram empregar a IA do jogo do Confronto. Muitos autores defendem a introdução de modelos, simulações e técnicas de IA nos jogos de guerra (KNACK e POWELL, 2023; WONG *et al.*, 2025). Reconhece-se, obviamente, que essas ferramentas possibilitam o processamento de grandes volumes de dados para apoiar a tomada de decisão e a arbitragem, refinar tabelas de resultados de engajamentos, identificar padrões para apoiar a análise e gerar sínteses das conclusões. Entretanto, a comunidade de jogos de guerra procura integrar essas inovações aos jogos com cautela, visto que não exigem resultados precisos para produzir conhecimento. Jogos de guerra são sobre as conversas e não sobre os instrumentos que possibilitam gerá-las (APPLEGET, 2022). Portanto, a IA deve ser usada para apoiar o jogo, incentivando o pensamento crítico e promovendo o diálogo entre os jogadores (COMPTON *et al.*, 2025).

Outras aplicações da IA em jogos de guerra incluem gerar cenários e caminhos narrativos, além de definir agentes autônomos para se opor aos jogadores humanos. Algoritmos de aprendizado de máquina podem expandir os dados disponíveis para criar modelos que preveem o comportamento dos jogadores sob determinadas condições. Soluções analíticas ou recursos de mineração de dados podem auxiliar juízes e analistas na análise das decisões e na avaliação de que os objetivos estão sendo alcançados. No entanto, essas aplicações também enfrentam desafios devido à escassez de conjuntos de dados abertos para treinamento em grandes espaços amostrais de decisão, além de soluções ótimas locais e convergência lenta durante o treinamento (YU *et al.*, 2023).

Por fim, é importante ressaltar que o Confronto possibilita uma análise de grande valor, tanto para propósitos didáticos quanto para planejamentos reais. Em ambas as situações, o tempo é um recurso precioso; assim, o método contribui para agilizar as complexas atividades do EM que envolvem posicionar unidades, identificar as prováveis localizações do inimigo, analisar distâncias, avaliar o suporte logístico, de-

finir posições de segurança, infligir o maior dano possível, estabelecer ações, estimar resultados, impactos e cobertura, minimizar perdas, prever consequências e suas causas, entre outros aspectos. O *design* do jogo sério do Confronto tem como objetivo proporcionar esse ganho de tempo ao EM, ao mesmo tempo em que aprimora a elaboração da LA.

6.2 Revisitando as Questões da Pesquisa

Na Seção 4.4 foram apresentadas quatro questões de pesquisa (QP), visando compreender os objetivos específicos desta tese. Nesta seção, cada uma dessas questões será revisitada, analisando os resultados obtidos durante a pesquisa.

QP1: Como representar e conduzir o Confronto como um jogo de guerra?

A QP1 foi definida para cumprir os OE1, OE2 e OE4, que se referem, respectivamente, a identificar as principais características e elementos dos jogos de guerra e a propor as ações a serem realizadas pelos jogadores. Esta questão foi respondida por meio das ontologias de jogos de guerra que foram desenvolvidas no primeiro ciclo de DSRM. A UFO-A na Figura 5.6 representou as características dos jogos de guerra, enquanto as UFO-A e UFO-B nas Figuras 5.9 a 5.11, que detalham as fases do processo de *design* de jogos de guerra, destacam esses elementos. O papel das ações nos jogos de guerra é destacado nas UFO-A e UFO-B das fases de Execução e Análise nas Figuras 5.12, 5.13 e 5.14. Elas representam as ações empreendidas pelas unidades, decorrentes das decisões dos jogadores. No jogo do Confronto, os jogadores selecionam um verbo para caracterizar a ação a partir de uma lista proposta por uma pesquisa complementar à tese (OURIQUES *et al.*, 2021), além de descrever a ação e explicar as razões que os levaram a essa escolha.

QP2: Como representar a tomada de decisão nos jogos de guerra?

A QP2 foi definida para cumprir o OE3 e contribuir para o cumprimento do OE7, que se referem, respectivamente, a construir um modelo de referência para o *design* de jogos de guerra e a registrar as decisões dos jogadores e as ações decorrentes. A tomada de decisão nos jogos de guerra é representada nas UFO-A e UFO-B das fases de *Design*, Execução e Análise nas Figuras 5.11 a 5.14. Na fase de *Design*, são definidos os pontos de decisão exigidos dos jogadores. Na fase de Execução, os pontos de decisão resultam em eventos nos quais as decisões são deliberadas, tomadas pelos jogadores e avaliadas pelos juízes. Por fim, na fase de Análise, os resultados dessas decisões são examinados pelos analistas e indicam o quanto elas contribuíram para alcançar os objetivos do jogo.

QP3: Como apoiar a tomada de decisão em jogos que simulam o Confronto?

A QP3 foi definida para contribuir com o cumprimento dos OE6 e OE7, sendo que o primeiro se refere ao *design* do jogo sério para conduzir o Confronto. As mecânicas oferecidas pelo jogo do Confronto respondem a essa questão, uma vez que possibilitam ao Cmt e seu EM visualizarem a manobra, atualizando as localizações das unidades; verificarem a detecção das unidades inimigas e de suas próprias unidades, bem como o alcance do poder de fogo das unidades inimigas e de suas unidades; registrar ações, decisões, razões das decisões e conclusões; além de estimular a colaboração entre os membros do EM.

QP4: Como estimular o aprendizado em jogos que simulam o Confronto em um processo de planejamento militar?

A QP4 foi definida para cumprir o OE5 e contribuir para o cumprimento dos OE6 e OE7, sendo que o primeiro se refere a formalizar um método para orientar a condução do Confronto. Essa questão é respondida pelo potencial do jogo digital de oferecer uma interface amigável e acessível aos jogadores, de forma remota ou presencial, para ensinar o processo e aplicar o método. O mapa no jogo digital possibilita visualizar, no cenário, as unidades que a força deve proteger, assim como os alvos candidatos que ela deve atacar, alocando os recursos para essas finalidades. O jogo ainda contribui para reduzir o tempo e o esforço no planejamento, compartilhar conhecimento e permite ao Cmt e ao seu EM concentrarem-se na tomada de decisões e no aprimoramento das LA, além de executarem os Confrontos várias vezes, revisando decisões e ações e estimando resultados.

Capítulo 7

Conclusão

Este capítulo apresenta um resumo da pesquisa fundamentada na DS, ressaltando seus objetivos e sua organização em ciclos de DSRM. Em seguida, ressaltam-se as principais contribuições científicas e tecnológicas da pesquisa, que incluem as publicações acadêmicas e os artefatos produzidos nos quatro ciclos. Por fim, identificam-se algumas limitações da pesquisa e oportunidades para trabalhos futuros em jogos de guerra e, particularmente, no Confronto.

7.1 Resumo da Pesquisa

A pesquisa conduzida nesta tese tem como contexto o planejamento e o emprego do poder militar. Em situações de crise ou conflito, os militares precisam estar preparados e treinados para serem mobilizados. Assim, eles utilizam jogos de guerra para construir cenários e antecipar situações indesejáveis, exercitando a tomada de decisão, prevenindo surpresas e planejando ações.

No planejamento militar, eles elaboram LA, isto é, estratégias para o cumprimento da missão. Essas LA são avaliadas por métodos previstos na doutrina, entre eles o Confronto, que as contrapõe diante das Psb Ini. Embora as doutrinas descrevam o método conceitualmente, esse conhecimento explícito não define se sua aplicação deve ser estrita ou flexível, nem orienta sobre os procedimentos necessários para chegar às conclusões. Assim, buscou-se externalizar o conhecimento tácito de como os militares conduzem os Confrontos em exercícios e planejamentos reais. Aprimorar o Confronto como uma ferramenta educacional permite apoiar a construção de LA mais eficazes e simular o emprego do poder militar.

Diante desse contexto, formulou-se o problema de pesquisa que investiga como sistematizar o método do Confronto para melhor analisar as LA elaboradas no processo de planejamento militar. Partindo da hipótese presente nas doutrinas, esta pesquisa propõe representar o Confronto como um jogo de guerra com propósito didático, envolvendo duas forças oponentes, a fim de analisar as decisões tomadas

pelo Cmt e seu EM e, assim, aprimorar as LA em questão. O objetivo da pesquisa é, portanto, compreender o processo de *design* dos jogos de guerra para sistematizar o Confronto e, assim, orientar a concepção de um jogo sério para apoiar sua condução.

A DS foi o paradigma epistemológico que fundamentou a pesquisa, visto que se concentrou no *design* de novos artefatos e no aprimoramento de outros desenvolvidos no próprio estudo, visando solucionar o problema relacionado ao planejamento militar e aos jogos de guerra. A DSR foi a estratégia adotada para conduzir a DS por meio do projeto e da avaliação dos artefatos, sendo operacionalizada pelo DSRM, recomendado para orientar pesquisas em sistemas de informação.

As questões de pesquisa e os objetivos específicos foram definidos a partir do problema e do objetivo, respectivamente. A partir do Modelo-DSR que organizou a pesquisa (Figura 4.3) e da associação dessas questões e objetivos (Figura 4.4), foram estabelecidos os ciclos de DSRM voltados ao *design* e desenvolvimento dos artefatos, bem como suas respectivas demonstrações, avaliações e comunicações dos resultados. Nesse processo, definiram-se as conjecturas comportamentais para orientar o *design*, os critérios de verificação para assegurar a consistência e a avaliação empírica destinada a comprovar que os artefatos solucionavam problemas específicos, incluindo questões associadas.

A pesquisa foi dividida em quatro ciclos de DSRM. O primeiro ciclo compreendeu a construção de modelos conceituais — ontologias — do *design* de jogos de guerra e tomada de decisão que serviram de referência para a modelagem do Confronto. As ontologias foram desenvolvidas em OntoUML, que utiliza conceitos de UFO e UML para construir ontologias de fundamentação para a análise de um domínio. Foram criadas ontologias para estruturar as características e os elementos dos jogos de guerra e suas relações em cada fase do processo de *design*, bem como ontologias que evidenciam os eventos e os elementos que deles participam nessas fases.

No segundo ciclo, realizou-se uma análise detalhada do Confronto a partir do conhecimento explícito nas doutrinas e do conhecimento tácito dos instrutores de planejamento militar. A partir desta análise, construiu-se um método — uma modelagem de processos — do Confronto, detalhando suas etapas, atividades e responsabilidades dos agentes envolvidos, utilizando diagramas em BPMN.

No terceiro ciclo, foi desenvolvido um protótipo do jogo sério para conduzir o Confronto, modelado a partir das ontologias de jogos de guerra do primeiro ciclo e que implementa o método definido no ciclo anterior. O jogo deve ser acessado por meio de um navegador web e foi desenvolvido usando ReactJS, OpenLayers e NodeJS. Os dados de proveniência foram registrados no PostgreSQL. Ele implementa mecânicas para posicionar as unidades no mapa da área operacional, atualizar suas localizações e registrar as interações e as decisões dos jogadores ao longo dos movimentos nos turnos, possibilitando aprimorar as LA. Sua avaliação foi realizada por

meio de uma pesquisa qualitativa com especialistas em planejamento militar e jogos de guerra, com o objetivo de obter sugestões que contribuíssem para aprimorar sua aplicabilidade e relevância. Os participantes ressaltaram os benefícios de um jogo digital para conduzir o Confronto, sugeriram mais mecânicas para contribuir com as atividades do EM e com a análise dos instrutores, indicaram as decisões e ações que deveriam ser registradas, além de sugerirem como o jogo poderia apoiar a tomada de decisão, estimular o aprendizado e aumentar a imersão dos jogadores.

Por fim, no quarto ciclo, o jogo foi aprimorado, introduzindo novas mecânicas sugeridas a partir dos resultados da avaliação do jogo realizada no ciclo anterior. O jogo ainda foi incorporado como um componente do sistema de comando e controle do Ministério da Defesa que implementa o PPC (BRASIL, 2020a) para apoiar o planejamento e a execução de operações militares. As novas mecânicas possibilitam elaborar as LA e as Psb Ini antes da condução do Confronto, exibir o alcance dos sensores e armamentos das unidades para verificar a capacidade de detecção e apoio de fogo, registrar as ações das unidades em conjunto ou individualmente, incluindo os engajamentos com unidades inimigas, e atualizar as necessidades de inteligência, riscos e alvos candidatos do planejamento. Sua avaliação foi realizada, desta vez, por meio de uma pesquisa quantitativa utilizando o MEEGA+ (PETRI *et al.*, 2019), que contou com um número maior de participantes com conhecimento em planejamento militar e jogos de guerra, visando certificar principalmente se o jogo traduzia corretamente o método do Confronto e possibilitava aprimorar as LA, estimulando o aprendizado. Os resultados evidenciaram que mais de 80% dos participantes o avaliaram de forma positiva. Assim, concluiu-se que o jogo tem potencial para apoiar o método do Confronto no planejamento militar, embora ainda necessite de melhorias e maior diversidade de mecânicas que ofereçam mais desafios e subsídios para a tomada de decisões, além de aumentar a imersão.

7.2 Contribuições Científicas

Esta pesquisa reúne contribuições nas seguintes áreas de conhecimento: *design* de jogos, jogos sérios, jogos de guerra, além de planejamento militar e gestão do conhecimento.

Seguindo as orientações das doutrinas militares, esta pesquisa propôs representar a atividade do Confronto, conduzida no planejamento militar para apoiar as LA, como um jogo de guerra (Tabela 5.5). O *design* do jogo sério digital do Confronto caracteriza-se como um jogo de guerra unilateral e cooperativo, assistido por computador, com propósito didático para analisar as decisões do Cmt. O jogo é conduzido em formato sistêmico, seguindo o método preconizado na doutrina, em que o tempo do jogo progride em turnos e os movimentos dos jogadores são sequenciais dentro de

cada turno. A quantidade de turnos está associada ao método de condução escolhido para o Confronto que, por sua vez, considera a estrutura da LA ou a segmentação da área operacional. A informação sobre as localizações das unidades oponentes é aberta, uma vez que a visão da área operacional no mapa é compartilhada entre o EM, que corresponde à força amiga (Azul), e a seção de Inteligência, que assume o papel do inimigo (Vermelho). O Cmt é responsável pela arbitragem, julgando os engajamentos de forma livre, baseando-se em sua própria experiência e nos subsídios informados pelo seu EM.

Esta pesquisa oferece contribuições para a teoria e a prática do *design* de jogos de guerra, especialmente por meio da criação de modelos conceituais abrangentes baseados no paradigma ODCM, utilizando a UFO como ontologia de fundamentação. Assim, esses modelos auxiliam na compreensão do domínio dos jogos de guerra, bem como na atualização de doutrinas militares ou manuais que os contemplam.

A pesquisa estruturou as características dos jogos de guerra e incorporou a elas princípios da Teoria dos Jogos, particularmente em relação ao limite da informação disponível aos jogadores, às possibilidades de movimento e às recompensas (*payoffs*) resultantes dos engajamentos. A modelagem conceitual do processo de *design* dos jogos de guerra e de suas fases — Especificação, *Design*, Execução e Análise — incluindo elementos, agentes e eventos, estabeleceu um arcabouço para apoiar a tomada de decisão e a consciência situacional, possibilitando o desenvolvimento de padrões e sistemas interoperáveis para jogos de guerra.

A inclusão de elementos de tomada de decisão nessas ontologias também ofereceu uma visão diferenciada desse processo no contexto dos jogos de guerra. Outras ontologias já foram propostas para estruturar o processo de decisão. No entanto, as ontologias de jogos de guerra aqui propostas estendem essa modelagem ao incluir o evento de arbitragem — no qual juízes avaliam as decisões com base em regras predeterminadas ou em suas experiências — e ao representar a análise das decisões, que aprimora o aprendizado e a gestão do conhecimento no âmbito militar.

O modelo conceitual do *design* dos jogos de guerra representa a principal contribuição desta pesquisa, resultando na modelagem do Confronto e no *design* de um jogo sério para apoiar a condução do Confronto nos exercícios e planejamentos militares. Este *design* foi fundamentado nas ontologias dos jogos de guerra e na modelagem de processos do Confronto. As mecânicas do jogo permitem ao Cmt e seu EM aprimorarem as LA, considerando os três fatores operacionais (força, espaço e tempo), e registrarem as decisões do Cmt, assim como as ideias, percepções e debates com seu EM.

Os resultados da avaliação do jogo, após dois ciclos de DSRM, evidenciaram que ele teve uma boa aceitação entre os participantes. Portanto, o jogo demonstrou potencial para apoiar a condução do método do Confronto, visto que os participantes

indicaram que suas mecânicas estimulam o aprendizado, apoiam a tomada de decisão, aumentam a imersão dos jogadores e incentivam a colaboração entre membros de um EM. Assim, a pesquisa ainda contribui para a prática dos jogos de guerra como ferramentas de aprendizado colaborativo.

Os participantes da avaliação do jogo ressaltaram o caráter inovador da pesquisa, revestido de originalidade, destacaram que o Confronto é a atividade mais importante do planejamento militar e indicaram o potencial das escolas militares — EGN, ECEME e ECEMAR — para contribuírem alimentando o banco de dados do jogo, uma vez que possuem centenas de oficiais-alunos anualmente em seus cursos. Embora a inovação da pesquisa tenha sido evidenciada, há outros sistemas computacionais e plataformas para analisar e aprimorar as LA. Contudo, essas soluções são proprietárias e restritas a poucos países e organizações que não compartilham seu conhecimento estratégico para desenvolver esses artefatos, incluindo modelos matemáticos e algoritmos de IA. Assim, é possível afirmar e destacar que esta pesquisa apresenta um caráter inovador no âmbito das Forças Armadas brasileiras e, por extensão, no próprio Brasil.

A pesquisa também contribui para a gestão do conhecimento no contexto militar, ao propor estruturar as informações inerentes ao planejamento militar (OURIQUES *et al.*, 2019a) e aos jogos de guerra (OURIQUES *et al.*, 2025). As decisões, ações, interações, ideias, percepções, debates e lições aprendidas nos jogos de guerra integram as atividades de ensino, treinamento, exercícios e operações militares, conforme descrito no ciclo de gestão do conhecimento militar proposto por LIS (2014). Esse conhecimento organizacional é disseminado por meio de relatórios de análises de jogos, exercícios e operações, além de poder ser explicitado e incorporado nas doutrinas, sendo igualmente difundido por elas.

A pesquisa ainda incentiva a prática dos jogos de guerra em situações de crise, demonstrando que o método possui aplicação dual. Nesse sentido, são citados trabalhos em que os jogos de guerra foram empregados em crises de saúde pública, na resposta a desastres naturais, em incidentes em infraestruturas críticas e em segurança cibernética. O método do Confronto também apresenta potencial para ser aplicado em processos de planejamento, além do contexto militar, podendo ser adotado para aprimorar estratégias para enfrentar as situações citadas.

Outrossim, é possível destacar como contribuições científicas algumas pesquisas, publicações acadêmicas e comunicações de resultados adjacentes a esta tese, sendo estas listadas a seguir em ordem cronológica:

- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., XEXÉO, G., et al., 2019, "Analyzing Knowledge Codification for Planning Military Operations". Em: 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pp. 2620–2625, Outubro, doi: 10.1109/SMC.2019.8914150;

- 3º *Best Paper* - Artes e Design: OURIQUES, L., XÉXEO, G., MANGELI, E., 2019, "Analyzing Space Dimensions in Video Games". Em Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2019), Sociedade Brasileira de Computação, pp. 36–45., Outubro;
- *Best Student Paper Award*: OURIQUES, L., CASTRO, D., OLIVEIRA D., SEIBERT, J., XEXÉO, G., MANGELI, E., 2021, "On the Design of Educational Course of Action Wargaming". Em: Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL Conference (ABSEL 2021), v. 48, pp. 47–60, Março;
- XEXÉO, G., MANGELI, E., SILVA, F., OURIQUES, L., COIMBRA, L.F., MONCLAR R., 2021, "Games as Information Systems". En: XVII Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI 2021), ACM, Junho. doi: 10.1145/3466933.3466961;
- OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2021, "A Proposal to Model Wargames in the MDA Framework". Em: Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2021), pp. 1–9. Sociedade Brasileira de Computação, Outubro. doi: 10.5753/sbgames_-estendido.2021.19619;
- OURIQUES, L., PESSÔA, L., XEXÉO, G., 2021, "Método para apoiar a arbitragem dos engajamentos no Confronto durante o Processo de Planejamento Conjunto". Em: LIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO 2021), Resumo Estendido, Novembro;
- OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2022, "On the Design of Educational Course of Action Wargaming". Em: Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL Conference (ABSEL 2022), v. 49, pp. 29–46, Março;
- Indicado a *Best Paper* - Artes e Design: MAGALHÃES, M. F., PARREIRAS, M., OURIQUES, L., et al., 2023, "An Educational Game about Sustainability Based on ESG+ P". Em: Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference (ABSEL 2023), v. 50, Abril;
- OURIQUES, L., EDUARDO BARBOSA, C., XEXÉO, G., 2023, "Understanding Military Collaboration in Wargames". Em: 2023 26th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), pp. 1920–1925, Maio. doi: 10.1109/CSCWD57460.2023.10152624;
- SILVA, F., OURIQUES, L., PARREIRAS M., MAGALHÃES M., XÉXEO, G., 2023, "Balanceamento do ESG+P utilizando o Machinations: um Estudo

de Caso". Em: Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2023), Sociedade Brasileira de Computação, Novembro;

- OURIQUES, L., SILVA, F., PARREIRAS M., MAGALHÃES M., XÉXEO, G., 2024, "Balancing and Analyzing Player Interaction in the ESG+P Game with Machinations". Em: Journal on Interactive Systems, V. 15, N. 1, doi: 10.5753jis.2024.4186; e
- OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., KRITZ, J., XÉXEO, G., 2025, "Toward an Ontology of Wargame Design", Em: IEEE Access, v. 13, pp. 78928–78958. ISSN: 2169-3536. doi: 10.1109/access.2025.3566249.

7.3 Contribuições Tecnológicas

Todos os artefatos produzidos a partir da execução dos ciclos de DSRM da pesquisa podem ser considerados contribuições tecnológicas. Essas contribuições são enumeradas a seguir:

- Construto que apresenta os elementos conceituais dos jogos de guerra, ou seja, um glossário de termos que descreve este domínio;
- Ontologia que representa as principais características a serem consideradas para o design de jogos de guerra;
- Ontologias que representam os elementos envolvidos no processo de *design* dos jogos de guerra e seus relacionamentos, incluindo suas fases de Especificação, *Design*, Execução e Análise;
- Modelagem de processos da atividade do Confronto, realizada no processo de planejamento militar para aprimorar as LA, que descreve as etapas de Preparação, Condução, Avaliação dos Resultados e Construção dos Produtos;
- Modelo da proveniência do jogo do Confronto para registrar interações, decisões e ações decorrentes;
- Protótipo de um jogo sério digital para preparar e conduzir o Confronto, que implementa mecânicas do método;
- Aperfeiçoamento do jogo sério do Confronto, incorporando novas mecânicas que possibilitam aprimorar a LA e registrar as decisões, as ações decorrentes e as interações entre as unidades; e
- Incorporação do jogo sério do Confronto como um componente de um sistema computacional de comando e controle do Ministério da Defesa que apoia o planejamento e a execução das operações militares.

7.4 Limitações

Embora as subseções anteriores tenham listado as contribuições da pesquisa, esta, obviamente, também apresenta limitações. No primeiro ciclo de DSRM, o *design* de jogos de guerra foi descrito como um processo que contém oito fases. Esta pesquisa construiu ontologias para quatro fases — Especificação, *Design*, Execução e Análise — e destacou que a modelagem da fase de *Design* também atendia às fases de Desenvolvimento, Teste e Refinamento. Assim, uma limitação da pesquisa seria não ter modelado a fase de Planejamento, em que os jogadores elaboram um plano seguindo as diretrizes de uma doutrina. Essa fase compreende uma análise de inteligência para obter informações sobre a própria força, do inimigo, da área operacional e do cenário, fornecendo subsídios para elaborar as LA e o plano a partir de uma LA. Essa modelagem demandaria um esforço adicional que estava fora do escopo desta pesquisa.

As ontologias para as fases de Especificação e *Design* concentraram-se na gerência do escopo e nos elementos dos jogos de guerra. No entanto, deliberadamente, excluem aspectos relacionados à gestão dos preparativos para a ocorrência do jogo, como a seleção do local, a disposição das instalações e a infraestrutura, o pessoal de apoio, a preparação logística, o gerenciamento de riscos e as ferramentas de TI e comunicação. Elas também não se propõem a representar engajamentos nem a detalhar unidades militares, armamentos e sensores.

O Confronto é uma atividade contida no planejamento militar; assim, esta pesquisa também poderia realizar essa modelagem ontológica. Contudo, a partir da modelagem do *design* dos jogos de guerra, já foi possível construir um modelo conceitual para o Confronto registrar a proveniência do jogo digital.

Outras limitações referem-se às mecânicas do protótipo do jogo do Confronto. Os participantes que avaliaram o jogo no quarto ciclo de DSRM sugeriram que ele deveria conter modelos de cinemática para analisar fatores de tempo e distância nos movimentos das unidades, bem como modelos logísticos para estimar a sustentabilidade da LA. As mecânicas implementadas para detecção e apoio de fogo exigem que os jogadores exibam os alcances dos sensores e armamentos, mas o jogo poderia alertá-los quanto ao risco de detecção ou danos, mesmo quando esses equipamentos de uma unidade não estivessem sendo exibidos. Além disso, a arbitragem dos engajamentos é livre, visto que o Cmt os julga de acordo com sua experiência. Contudo, o jogo poderia também dispor de modelos ou tabelas de resultados de combates para auxiliá-lo nas arbitragens, reduzindo a subjetividade dos julgamentos.

A motivação da pesquisa foi simular a análise das LA por meio do Confronto no PPC. Este processo de planejamento concentra-se no nível operacional; consequentemente, o jogo do Confronto privilegia este nível decisório, que analisa os objetivos,

a sequência e a sincronização das ações das unidades na área operacional. Os cenários criados para testes e demonstração do jogo limitaram-se ao nível operacional; porém, o jogo tem potencial para também atender aos outros níveis decisórios. No nível estratégico, o jogo do Confronto poderia ser empregado para analisar a situação atual e a desejada, estabelecer diretrizes e objetivos estratégicos e estimar ações estratégicas nos âmbitos político, econômico e militar. No nível tático, o jogo poderia analisar o combate direto entre unidades, orientando manobras táticas e combates. No nível político, presume-se que o Confronto seja um jogo mais abstrato, privilegiando os debates entre os jogadores. Neste caso, o Confronto poderia ser conduzido em formato seminário ou matricial, estabelecendo movimentos sequenciais nos quais os jogadores poderiam expor suas ações políticas, como negociação, dissuasão ou apoio diplomático, reduzindo a dependência do mapa da área operacional.

7.5 Trabalhos Futuros

Esta pesquisa abre frentes para trabalhos futuros em diversas direções, como modelagem de ontologias, *design* de jogos de guerra e emprego de IA nesses jogos. Em relação à construção de ontologias, a pesquisa cria uma oportunidade para desenvolver uma UFO-C para a fase de Execução de jogos de guerra, integrando as respectivas UFO-A e UFO-B. Assim, uma UFO-C possibilitaria uma modelagem mais precisa dos eventos de tomada de decisão e dos elementos participantes, incluindo alternativas, regras, objetivos, crenças e intenções de jogadores e juízes, além de representar interações, regras de combate e movimento, compromissos, negociações e outras relações sociais entre os jogadores e o grupo de *design*, que orientam os processos de decisão, estimulam as deliberações e influenciam as ações decorrentes.

O modelo conceitual da tomada de decisão e a ontologia da fase de Execução poderiam também contemplar as incertezas inerentes a esse complexo processo, incluindo os critérios que influenciam as decisões e a análise dos riscos e das incertezas decorrentes. Esses critérios poderiam ser examinados mais detalhadamente, e o processo de tomada de decisão poderia ser expandido para incluir análise multicritério, utilizando métodos como o Analytic Hierarchy Process (AHP) (FORMAN e GASS, 2001) e o FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.*, 2016).

Outro trabalho futuro estaria relacionado à implementação das ontologias de domínio de jogos de guerra no *design* de jogos de guerra digitais. Assim, essas ontologias de referência têm o potencial de serem implementadas como ontologias operacionais, em formato legível por máquina, de modo a serem processadas computacionalmente nesses *designs*.

A pesquisa também abre oportunidades para o emprego de IA no *design* dos jogos de guerra. No entanto, esses algoritmos precisam de dados para serem treinados

e, assim, produzem informações e conhecimento. As ontologias podem atuar como uma base de conhecimento para sistemas de IA, permitindo compreender, organizar e recuperar informações. Desta forma, as decisões, interações, ideias, percepções e debates registrados nessa base poderiam ser utilizados para treinar a IA, permitindo avaliar decisões, apoiar a arbitragem, sugerir ações, controlar jogadores automatizados para simular o oponente, além de criar narrativas e pontos de decisão com base nos objetivos e no cenário.

As atividades realizadas nesta pesquisa constituem os primeiros passos para simular efetivamente o emprego do poder militar por meio do Confronto. Uma vez que a pesquisa apresenta limitações, ainda há muitos trabalhos a serem realizados para aprimorar o jogo, incorporando mecânicas, modelos e simulações que possibilitem combinar grandes quantidades de dados de forma inteligente.

Os comentários dos participantes nas duas avaliações do jogo sério do Confronto também forneceram subsídios para aprimorá-lo, conforme estão listados a seguir:

- Introduzir modelos de cinemática e logística para analisar os fatores de tempo e distância ao movimentar as unidades nos movimentos dos turnos, visando assegurar a praticabilidade das LA;
- Enriquecer os cadastros das unidades para exibir suas características, garantindo o rápido acesso a informações em vez de buscá-las em manuais ou outras fontes;
- Estimar o poder relativo de combate das Forças oponentes com base nesses cadastros das características das unidades;
- Simular os resultados dos combates utilizando tabelas de avaliação de danos, reduzindo a subjetividade dos julgamentos do Cmt;
- Vincular as ações aos objetivos da LA, definindo percentualmente quanto elas contribuem para que os objetivos sejam atingidos;
- Definir indicadores das medidas de eficácia e desempenho para as ações;
- Medir o grau de eficiência da LA para atingir os objetivos, sugerindo a manutenção ou a retificação das decisões;
- Estimular o entendimento e o debate das razões que levaram as decisões, mesmo após a condução do Confronto, por exemplo, possibilitando que os instrutores analisem as decisões e ações posteriormente;
- Salvar as outras alternativas sugeridas pelo EM para responder a um evento de decisão, além da alternativa que resultou na decisão;
- Aprimorar a gestão do conhecimento em torno das decisões, organizando-o e compartilhando-o;

- Filtrar as unidades a serem exibidas no mapa da área operacional;
- Propor critérios para avaliar os movimentos nos turnos;
- Criar uma variante da LA para analisar o desdobramento decorrente da adoção de uma decisão alternativa ou da constatação de que uma decisão anterior se mostrou equivocada;
- Criar ramificações do Confronto, possibilitando salvar um novo jogo a partir do momento em que a variante da LA é criada;
- Ajustar as fases, os pontos decisivos e a sincronização das ações no tempo; e
- Gerar produtos a partir da análise do Confronto, como relatórios, planilhas e a matriz de sincronização das ações.

Esses produtos citados são gerados a partir das conclusões do Confronto. O jogo possibilita aprimorar as necessidades de inteligência, o gerenciamento de riscos e a indicação de alvos candidatos. No entanto, outras conclusões poderiam ser obtidas segundo a doutrina, incluindo estimar a capacidade do inimigo em se opor a LA, as perdas prováveis, a necessidade de ações de apoio ou de divisão das forças, as vantagens e desvantagens de cada LA e as vulnerabilidades ou inconsistências a serem corrigidas.

Os trabalhos futuros têm como objetivo melhorar e diversificar as mecânicas do jogo para proporcionar maiores desafios aos jogadores, oferecer mais subsídios para apoiar a tomada de decisões, auxiliar os instrutores na revisão do Confronto, estimular o aprendizado, aumentar a imersão e incentivar a colaboração. Contudo, o aprimoramento do jogo deve ser acompanhado dos devidos testes para garantir que esses objetivos sejam alcançados. Assim, faz-se necessário estimular o uso do jogo do Confronto nos exercícios de planejamento militar nos cursos de formação das escolas militares. O aprendizado ativo dos oficiais-alunos e instrutores com o jogo do Confronto tende a gerar *feedbacks* mais precisos e relevantes para o aprimoramento contínuo do jogo.

A observação direta dos militares nesses exercícios e em jogos de guerra poderia fornecer percepções empíricas valiosas, possibilitando uma compreensão mais abrangente das dinâmicas dos jogos de guerra e apoiando o refinamento das ontologias propostas. Essa abordagem pode revelar particularidades do *design* de jogos de guerra, dos processos de tomada de decisão e do contexto inerente à execução dos jogos, que permaneceriam inexploradas sem essa perspectiva prática. Assim, os cenários de estudo abordados nesses jogos também ajudariam a validar a eficácia e a relevância prática das ontologias propostas.

Referências Bibliográficas

ABPMP, 2019, *Guide to the Business Process Management Body of Knowledge (BPM CBOK®) Version 4.0*. Pensacola, Estados Unidos, Association Of Business Process MAnagement Professionals International.

AGUIAR, C. Z., SOUZA, V. E. S., 2024, "SABiOx: the extended systematic approach for building ontologies". In: *17th Seminar on Ontology Research in Brazil (ONTOBRAS 2024)*, Vitória, ES, Brasil, Outubro.

ALEMANHA, 2024, *Wargaming Handbook*, 1st ed. Bundeswehr Doctrine Centre, Hamburg, Germany. Editorial team: Jan Landsiedel, Oliver Wyrwa.

ALEXANDER, I. F., MAIDEN, N., 2004, *Scenarios, Stories, Use Cases: Through the Systems Development Life-Cycle*. 1st ed. Bognor Regis, Reino Unido, John Wiley & Sons Ltd.

ALMEIDA, J. P. A., FALBO, R. A., GUIZZARDI, G., 2019, "Events as Entities in Ontology-Driven Conceptual Modeling". In: *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 469–483, Cham, Suíça, Springer International Publishing. ISBN: 9783030332235. doi: 10.1007/978-3-030-33223-5_39.

ALTURKI, A., GABLE, G. G., BANDARA, W., 2011, "A design science research roadmap". In: *International Conference on Design Science Research in Information Systems*, v. 6629, pp. 107–123, Berlin, Heidelberg, Maio. Springer. doi: 10.1007/978-3-642-20633-7_8.

AMARAL, G., PORELLO, D., SALES, T. P., et al., 2021, "Modeling the Emergence of Value and Risk in Game Theoretical Approaches". In: *Advances in Enterprise Engineering XIV*, pp. 70–91, Bolzano, Itália, Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-030-74196-9_5.

ANDERSON, L., CUSHMAN, J. H., GROPMAN, A. L., et al., 1989, *SIMTAX: A Taxonomy for Warfare Simulation (Workshop Report)*. Relatório Técnico N00014-89-C-0040, Military Operations Research Society, Alexandria, Estados Unidos, Outubro. Unclassified.

APPLEGET, J., 2022, "Wargaming: a structured conversation", *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, v. 22, n. 2 (Novembro), pp. 79–82. ISSN: 1557-380X. doi: 10.1177/15485129221134530.

APPLEGET, J., CAMERON, F., BURKS, R. E., et al., 2016, "Wargaming at the Naval Postgraduate School", *Cyber Security & Information Systems Information Analysis Center (CSIAC)*, v. 4, n. 3 (Novembro), pp. 18–23.

APPLEGET, J., BURKS, R., CAMERON, F., 2020, *The Craft of Wargaming: A Detailed Planning Guide for Defense Planners and Analysts*. Annapolis, MD, Estados Unidos, Naval Institute Press.

ARIAS, J. J., KLAY, C. O., 2017, *Insurgent Uprising: An Unconventional Warfare Wargame*. Master's thesis in defense analysis, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, Estados Unidos, Dezembro.

ARMSTRONG, B., 2015. "Opinion: The Navy Needs a Wider Look at Wargaming". United States Naval Institure (USNI) News, Março. Disponível em: <https://news.usni.org/2015/03/18/opinion-the-navy-needs-a-wider-look-at-wargaming>. Accessado em: 26-04/2025.

AUSTRÁLIA, 2019, *Joint Military Appreciation Process (ADFP 5.0.1)*, 2ª ed. Department Of Defence, Canberra, Austrália, Agosto. Ostensivo.

BACLAWSKI, K., CHAN, E. S., GAWLICK, D., et al., 2017, "Framework for ontology-driven decision making", *Applied Ontology*, v. 12, n. 3–4 (Novembro), pp. 245–273. ISSN: 1570-5838. doi: 10.3233/ao-170189.

BARBOSA, C. E., 2018, *TIAMAT: Um framework para apoiar a integração de métodos de prospecção tecnológica*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Março.

BARROS, M., 2025. "Europa Redescobre os Jogos de Guerra: Estratégia e Inovação Militar". Defesa em Foco, Março. Disponível em: <https://www.defesaemfoco.com.br/europa-redescobre-os-jogos-de-guerra-estrategia-e-inovacao-militar/>. Acessado em: 08/09/2025.

BARTELS, E., 2014, "Gaming: Learning at play", *ORMS Today)*, v. 41, n. 4 (Agosto), pp. 32–36. Operations Research and the Management Sciences.

BARTELS, E., 2016. "Getting the Most out of Your Wargame: Practical Advice for Decision-Makers". War on the Rocks, Janeiro. Disponível em: <https://warontherocks.com/2016/01/getting-the-most-out-of-your-wargame-practical-advice-for-decision-makers/ Acessado em: 26/04/2025.

BENNIS, L., BENHLIMA, S., 2015, "Comparative study of the process model of Serious Game Design through the generic model DICE". In: *2015 Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, pp. 1–5, Março. doi: 10.1109/ISACV.2015.7105539.

BESTARD, J., 2016, "Air Force Research Laboratory Innovation", *Cyber Security & Information Systems Information Analysis Center (CSIAC)*, v. 4, n. 3 (Novembro), pp. 12–17.

BLACK, S., DARKEN, C., 2024, "Scaling Artificial Intelligence for Digital Wargaming in Support of Decision-Making", *arXiv preprint arXiv:2402.06075*. doi: 10.48550/ARXIV.2402.06075.

BLUNT, R., 2007, "Does game-based learning work? Results from three recent studies". In: *Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation, & Education Conference*, pp. 945–955. National Defense Industrial Association Orlando, Novembro.

BORON, J., DARKEN, C., 2020, "Developing Combat Behavior through Reinforcement Learning in Wargames and Simulations". In: *2020 IEEE Conference on Games (CoG)*. IEEE, Agosto. doi: 10.1109/cog47356.2020.9231609.

BOSIO, N., 2022, "Gaming to Win: Enhancing Military Decision-Making", *Australian Army Journal*, v. 18, n. 1, pp. 37–68.

BOURY-BRISSET, A.-C., 2003, "Ontological Approach to Military Knowledge Modeling and Management". In: *Symposium on Military Data and Information Fusion*, Prague, Czech Republic, Outubro. RTO-MP-IST-040.

BOWMAN, M., LOPEZ, A., TECUCI, G., 2001, "Ontology Development for Military Applications". In: *SouthEastern Regional ACM Conference*, Atlanta, GA, Março.

BRACKEN, P., SHUBIK, M., 2001, "War Gaming in the Information Age Theory and Purpose", *Naval War College Review*, v. 54, n. 2, pp. 47–60. art. 6.

BRAHMS, Y., 2014, *Knowledge Development Through War Games: Philosophical & Methodological Aspects.* Relatório técnico, Dado Center for Interdisciplinary Military Studies, Israeli Defense Forces, Tel Aviv, Israel.

BRASIL, 1988, *Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.* Senado Federal, Brasília-DF. 292 p.

BRASIL, 2007, *Doutrina Militar de Defesa (MD51-M-04)*, 2nd ed. Secretaria de Política, Estratégia e Assuntos Internacionais, Departamento de Política e Estratégia, Ministério da Defesa, Brasília-DF. Ostensivo.

BRASIL, 2012a, *Estratégia Nacional de Defesa (END).* Ministério da Defesa, Brasília-DF, a. Ostensivo.

BRASIL, 2012b, *Política Nacional de Defesa (PND).* Ministério da Defesa, Brasília-DF, b. Ostensivo.

BRASIL, 2015a, *Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle (M31-M-03)*, 3r ed. Estado-Maior Conjuntos das Forças Armadas, Ministério da Defesa, Brasília-DF, a. Ostensivo.

BRASIL, 2015b, *Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01)*, 5th ed. Estado-Maior Conjuntos das Forças Armadas, Ministério da Defesa, Brasília-DF, b. Ostensivo.

BRASIL, 2018, *Jogos de Guerra (EGN-181)*, 1st ed. Escola de Guerra Naval, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro-RJ. Ostensivo.

BRASIL, 2020a, *Doutrina de Operações Conjuntas (MD30-M-01)*, 2ª ed. Estado-Maior Conjuntos das Forças Armadas, Ministério da Defesa, Brasília-DF, a. Volumes 1 e 2, Ostensivo.

BRASIL, 2020b, *Guia de Modelagem de Processos*, 1ª ed. Coordenadoria de Governança Institucional (CGI), Ministério Público Militar, Ministério da União, Brasília-DF, b.

BRASIL, 2020c, *Processo de Planejamento e Condução de Operações Terrestres (EB70-MF-10.211)*, 2ª ed. Estado-Maior do Exército, Exército Brasileiro, Brasília-DF, c. Ostensivo.

BRASIL, 2021, *Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas (MD33-M-01)*, 4ª ed. Estado-Maior Conjuntos das Forças Armadas, Ministério da Defesa, Brasília-DF. Ostensivo.

BRASIL, 2024, *Manual de Planejamento Operativo da Marinha (EMA-331), Processo de Planejamento Militar*. Estado-Maior da Armada, Marinha do Brasil, Brasília-DF. Volume I, 1ª Revisão, Ostensivo.

BREUER, J., BENTE, G., 2010, "Why so serious? On the relation of serious games and learning", *Journal for Computer Game Culture*, v. 4 (1), pp. 7–24.

BRIGHTMAN, H. J., DEWEY, M. K., 2014, "Trends in modern war gaming: the art of conversation", *Naval War College Review*, v. 67, n. 1, pp. 16–30.

BRITT, K., 2021, *Operation Swift Withdrawal: A Noncombatant Evacuation Operations (NEO) Wargame*. Master's thesis in computer science - modeling, virtual environments, and simulation, Naval Postgraduate School, Monterrey, CA, Estados Unidos, Junho.

BURNS, S., DELLA VOLPE, D., BABB, R., et al., 2015, *War Gamers Handbook: A Guide for Professional War Gamers*. United States Naval War College, Newport, RI, 10. DTIC AD1001766.

CAFFREY JR, M. B., 2019, *On Wargaming: How Wargames Have Shaped History and How They May Shape the Future*. Newport, RI, Estados Unidos, Naval War College Press.

CAILLOIS, R., 2001, *Man, play, and games*. Champaign, IL, Estados Unidos, University of Illinois Press.

CASTRO, M. A. D. S., 2007. "Sistema de Simulação: o conceito e a atual concepção dos Jogos de Guerra na Marinha do Brasil". Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola de Guerra Naval.

CHANCE, G., PERDER, C., HOLLAND, R., et al., 2024, *Using AI in Wargaming Simulation as a Multi-Domain Decision Support Tool*. Relatório técnico, Science & Technology Organization (STO), OTAN. STO-MP-MSG-217.

CHEN, P., ZHANG, J., SUN, Y., et al., 2016, "Wargame Simulation Theory and Evaluation Method for Emergency Evacuation of Residents from Urban Waterlogging Disaster Area", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 12 (Dezembro), pp. 1260. ISSN: 1660-4601. doi: 10.3390/ijerph13121260.

CHRISTENSEN, K. D., DOBIAS, P., 2021, "Wargaming the use of intermediate force capabilities in the gray zone", *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, v. 21, n. 2 (Abril), pp. 127–140. ISSN: 1557-380X. doi: 10.1177/15485129211010227.

CLAUSEWITZ, C., 1982, *On War*, v. 20. Princeton, NJ, Estados Unidos, Princeton University Press.

CLEMEN, R. T., REILLY, T., 2013, *Making Hard Decisions with Decision Tools*. 3rd ed. Boston, Estados Unidos, Cengage Learning.

CLOCHESY, J. M., BUCHNER, M., HICKMAN, R. L., et al., 2015, "Creating A Serious Game for Health", *Journal of Health and Human Services Administration*, v. 38, n. 2 (Junho), pp. 162–173. ISSN: 2168-5509. doi: 10.1177/107937391503800202.

COMMONWEALTH, 2025. "The Commonwealth". Commonwealth Secretariat. Disponível em: <`https://thecommonwealth.org/`>. Acessado em: 15/09/2025.

COMPTON, J., MROSZCZYK, J., TATTAR, M., 2025. "Too Much Tech Can Cuin Wargames". War on the Rocks, Junho. Disponível em: <`https://warontherocks.com/2025/06/too-much-tech-can-ruin-wargames/`>. Acessado em: 09/08/2025.

CRAWFORD, C., 2003, *On Game Design*. Indianapolis, IN, Estados Unidos, New Riders.

CRESWELL, J. W., 2013, *Qualitative Inquiry And Research Design Choosing Among Five Approaches*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA, Estados Unidos, SAGE Publications, Inc.

CRISTALLI, C. R., 1990. "A Simulação e a Guerra". Curso de Política e Estratégia Marítimas. Escola de Guerra Naval.

CUNHA, A. L. N., 2011, *O Emprego do Sistema de Simulação Construtiva como Ferramenta de Apoio à Decisão: uma proposta ao Exército Brasileiro*. Tese de Doutorado, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Escola Marechal Castello Branco.

CURRY, J., 2020, "The Utility of Narrative Matrix Games", *Naval War College Review*, v. 73, n. 2, pp. 39–58. art. 6.

CURRY, J., PRICE, T., SABIN, P., 2015, "Commercial-Off-the-Shelf-Technology in UK Military Training", *Simulation & Gaming*, v. 47, n. 1 (Agosto), pp. 7–30. ISSN: 1552-826X. doi: 10.1177/1046878115600578.

DALKIR, K., 2005, *Knowledge Management in Theory and Practice*. Oxford, Reino Unido, Elsevier Butterworth–Heinemann.

DAVIES, B., BRIGHTMAN, H., BROSTUEN, J., et al., 2019, *Urban Outbreak 2019 Pre-Analytic "Quick Look"*. Relatório Técnico 1, Civilian-Military Humanitarian Response Program, United States Naval War College, Newport, RI, Outubro.

DE ALMEIDA, A. T., DE ALMEIDA, J. A., COSTA, A. P. C. S., et al., 2016, "A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff", *European Journal of Operational Research*, v. 250, n. 1 (abr.), pp. 179–191. ISSN: 0377-2217. doi: 10.1016/j.ejor.2015.08.058.

DEBERRY, W. T., DILL, R., HOPKINSON, K., et al., 2021, "The wargame commodity course of action automated analysis method", *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, v. 21, n. 1 (Julho), pp. 17–29. ISSN: 1557-380X. doi: 10.1177/15485129211028318.

DEMORI, A., TESOLIN, J., MOURA, D., et al., 2023, "A Semantic Web Approach for Military Operation Scenarios Development for Simulation". In: *Proceedings of the 12th International Conference on Data Science, Technology and Applications*, pp. 390–397. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, Julho. doi: 10.5220/0012088600003541.

DILLON, R., 2013, "Serious games and fun: an analysis", *International Journal of Innovative Research and Development*, v. 2, n. 5.

DORTON, S. L., MARYESKI, L. R., OGREN, L., et al., 2020, "A Wargame-Augmented Knowledge Elicitation Method for the Agile Development of Novel Systems", *Systems*, v. 8, n. 3 (Agosto), pp. 27. ISSN: 2079-8954. doi: 10.3390/systems8030027.

DOWNES-MARTIN, S., 2013, "Adjudication: The Diabolus in Machina of War Gaming", *Naval War College Review*, v. 66, n. 3, pp. 67–80. art. 6.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., JÚNIOR, J. A. V. A., 2015, *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre, Brasil, Bookman.

DUNNIGAN, J. F., 2005, *The Complete Wargames Handbook: How to play, design, and find them*. New York, Estados Unidos, William Morrow & Co., Inc.

EIKMEIER, D. C., 2015, "Waffles or Pancakes? Operational- versus Tactical-Level Wargaming", *Joint Force Quarterly (JFQ)*, v. 78, n. 3rd Quarter (Julho), pp. 50–53.

ELG, J., 2017, *Wargaming in Military Education for Army Officers and Officer Cadets*. Ph.d. in war studies, King's College London, London, Reino Unido, Setembro.

ELLERBE, W., SELKE, K., OTTENBERG, M., 2016, "Computer Assisted Military Wargaming: The SWIFT Wargame Tool", *Cyber Security & Information Systems Information Analysis Center (CSIAC)*, v. 4, n. 3 (Novembro), pp. 24–27.

ENGELSTEIN, G., SHALEV, I., 2022, *Building Blocks of Tabletop Game Design An Encyclopedia of Mechanisms*. 2nd ed. Boca Raton, Flórida, Estados Unidos, CRC Press. doi: 10.1201/9781003179184.

ESTADOS UNIDOS, 2013, *Navy Planning (NWP 5-1)*. Department of the Navy, Dezembro.

ESTADOS UNIDOS, 2014, *Commander and Staff Organization and Operations (FM 6-0)*. Department of the Army, Maio.

ESTADOS UNIDOS, 2016a, *Marine Corps Planning Process (MCWP 5-10)*. US Marine Corps, Maioa.

ESTADOS UNIDOS, 2016b, *Air Force Doctrune Publication 3-0 Operations and Planning*. Curtis E. Lemay Center, Novembrob.

ESTADOS UNIDOS, 2019, *Joint Air Operations - Joint Publication 3-30*. Joint Chiefs of Staff, Julho.

ESTADOS UNIDOS, 2020a, *DoD Dictionary of Military and Associated Terms*. Joint Chiefs of Staff, Washington, DC, Janeiroa.

ESTADOS UNIDOS, 2020b, *Joint Planning - Joint Publication 5-0*. Joint Chiefs of Staff, Washington, DC, Dezembrob.

EVENSEN, P.-I., MARTINUSSEN, S., HALSØR, M., et al., 2019, "Wargaming Evolved: Methodology and Best Practices for Simulation-Supported Wargaming". In: *Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference (I/ITSEC)*, pp. 1–13, Orlando, Estados Unidos, Dezembro. National Training and Simulation Association (NTSA). Paper No. 19182.

FALBO, R. D. A., 2014, "SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies". In: *8th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2014)*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Setembro.

FERMAN, F., XEXÉO, G., GARRIDO, L. B., et al., 2015, "THE BOSS: A Competitive Game That Shows Some Aspects of the Management of a Software Development Company". In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, v. 42, Agosto.

FIANI, R., 2015, *Teoria dos Jogos*. 4th ed. Rio de Janeiro, Brasil, Elsevier.

FONSECA, C. M., PORELLO, D., GUIZZARDI, G., et al., 2019, "Relations in Ontology-Driven Conceptual Modeling". In: *Conceptual Modeling*, pp. 28–42, Cham, Suíça, Springer International Publishing. ISBN: 9783030332235. doi: 10.1007/978-3-030-33223-5_4.

FONSECA, C. M., SALES, T. P., BASSETTI, L., et al., 2021. "OntoUML plugin for Visual Paradigm". GitHub, Inc., Dezembro. Disponível em: <`https://github.com/OntoUML/ontouml-vp-plugin`>. Acessado em: 26/04/2025.

FORMAN, E. H., GASS, S. I., 2001, "The Analytic Hierarchy Process: An Exposition", *Operations Research*, v. 49, n. 4, pp. 469–486. doi: 10.1287/opre.49.4.469.11231.

FRANK, A., 2005, *The Potentials of Commercial and Military Wargaming - A Pilot Study*. Relatório técnico, Swedish National Defence College, Stockholm, Sweden, Junho. Pilot Study.

FRANÇA, 2024, *Wargaming Handbook: Conduct a Wargaming Project*. Centre Interarmées de Concepts, de Doctrines et d'Expérimentations (CICDE), Ministère des Armées, Paris, France, Agosto. English Edition, Collaborative document under the supervision of Patrick Ruestchmann and Colonel Jean-Michel Millet.

FREUND, J., RÜCKER, B., 2016, *Real Life BPMN - With introductions to CMMN and DMN - Analyze, improve and automate business process in you company*. 3ª ed. Berlin, Alemanha, Founders of Camunda.

FU, F.-L., SU, R.-C., YU, S.-C., 2009, "EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games", *Computers & Education*, v. 52, n. 1 (Janeiro), pp. 101–112. ISSN: 0360-1315. doi: 10.1016/j.compedu.2008.07.004.

GALGOURANAS, S., XINOGALOS, S., 2018, "jAVANT-GARDE: A Cross-Platform Serious Game for an Introduction to Programming With Java",

Simulation & Gaming, v. 49, n. 6 (Julho), pp. 751–767. ISSN: 1552-826X. doi: 10.1177/1046878118789976.

GERNHARDT, D., ĆUTIĆ, D., ŠTENGL TINA, 2023, "Wargaming and Decision Making Process in Defence". In: *Interdisciplinay Management Research XIX*, pp. 310–328, Setembro.

GOEHRING, S. E., 2003, *Wargaming and Operational Art - How Do We Increase Our Practical Experience Level?* Relatório técnico, Naval War College, Joint Military Operations Dept, Newport, Estados Unidos, Maio.

GOMES JUNIOR, P. R. G., 2013, *Sistema de Simulação A evolução da simulação e a contribuição da High Level Architecture (HLA) para o jogo de guerra didático naval na Marinha do Brasil.* Relatório técnico, Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola de Guerra Naval.

GRUBER, T. R., 1995, "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?" *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 43, n. 5–6 (Novembro), pp. 907–928. ISSN: 1071-5819. doi: 10.1006/ijhc.1995.1081.

GUARDA, T., VACA, O. B., PINGUAVE, M. P., et al., 2017, "Wargames Applied to Naval Decision-Making Process". In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer International Publishing, pp. 399–406.

GUIZZARDI, G., 2006a, "The role of foundational ontologies for conceptual modeling and domain ontology representation". In: *2006 7th International Baltic Conference on Databases and Information Systems*, pp. 17–25. IEEE, a. doi: 10.1109/dbis.2006.1678468.

GUIZZARDI, G., FALBO, R., GUIZZARDI, R., 2008, "The role of Foundational Ontologies for Domain Ontology Engineering: a case study in the Software Process Domain", *IEEE Latin America Transactions*, v. 6, n. 3 (Julho), pp. 244–251. ISSN: 1548-0992. doi: 10.1109/tla.2008.4653854.

GUIZZARDI, G., 2005, *Ontological foundations for structural conceptual models.* Tese de Doutorado, University of Twente, The Netherlands.

GUIZZARDI, G., 2006b, "On Ontology, ontologies, Conceptualizations, Modeling Languages, and (Meta)Models". In: *Seventh International Baltic Conference, Databases and Information Systems*, pp. 18–39, Vilnius, Lithuania, Julhob.

GUIZZARDI, G., HALPIN, T., 2008, "Ontological foundations for conceptual modelling", *Applied Ontology*, v. 3, n. 1–2, pp. 1–12. ISSN: 1570-5838. doi: 10.3233/ao-2008-0049.

GUIZZARDI, G., WAGNER, G., 2005, "Towards Ontological Foundations for Agent Modelling Concepts Using the Unified Fundational Ontology (UFO)". In: *Agent-Oriented Information Systems II*, pp. 110–124, Berlin, Alemanha, Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 9783540319467. doi: 10.1007/11426714_8.

GUIZZARDI, G., WAGNER, G., 2010, "Towards an ontological foundation of discrete event simulation". In: *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, v. 13, pp. 652–664. IEEE, Dezembro. doi: 10.1109/wsc.2010.5679121.

GUIZZARDI, G., BAIÃO, F., LOPES, M., et al., 2010, "The Role of Foundational Ontologies for Domain Ontology Engineering: An Industrial Case Study in the Domain of Oil and Gas Exploration and Production", *International Journal of Information System Modeling and Design*, v. 1, n. 2 (Abril), pp. 1–22. ISSN: 1947-8194. doi: 10.4018/jismd.2010040101.

GUIZZARDI, G., WAGNER, G., FALBO, R. D. A., et al., 2013, "Towards Ontological Foundations for the Conceptual Modeling of Events". In: *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 327–341, Berlin, Alemanha, Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 9783642419249. doi: 10.1007/978-3-642-41924-9_27.

GUIZZARDI, G., WAGNER, G., ALMEIDA, J. P. A., et al., 2015, "Towards ontological foundations for conceptual modeling: The unified foundational ontology (UFO) story", *Applied Ontology*, v. 10, n. 3-4, pp. 259–271. doi: 10.3233/AO-150157.

GUIZZARDI, G., GUARINO, N., ALMEIDA, J. P. A., 2016, "Ontological Considerations About the Representation of Events and Endurants in Business Models". In: *Business Process Management*, v. 10, pp. 20–36. IOS Press, Dezembro. doi: 10.1007/978-3-319-45348-4_2.

GUIZZARDI, G., FONSECA, C. M., BENEVIDES, A. B., et al., 2018a, "Endurant Types in Ontology-Driven Conceptual Modeling: Towards OntoUML 2.0". In: *Conceptual Modeling*, pp. 136–150, Cham, Suíça, Springer International Publishing, a. doi: 10.1007/978-3-030-00847-5_12.

GUIZZARDI, G., BOTTI BENEVIDES, A., FONSECA, C. M., et al., 2022, "UFO: Unified Foundational Ontology", *Applied Ontology*, v. 17, n. 1 (Março), pp. 167–210. ISSN: 1570-5838. doi: 10.3233/AO-210256.

GUIZZARDI, R., PERINI, A., SUSI, A., 2018b, "Aligning Goal and Decision Modeling". In: *Information Systems in the Big Data Era*, pp. 124–132, Tallinn, Estônia, Springer International Publishing, b. doi: 10.1007/978-3-319-92901-9_12.

GUIZZARDI, R., CARNEIRO, B. G., PORELLO, D., et al., 2020, "A core ontology on decision-making". In: *13th Seminar on Ontology Research in Brazil and 4th Doctoral and Masters Consortium on Ontologies*, pp. 9–21. CEUR, Novembro.

GUIZZARDI, R. S. S., GUIZZARDI, G., 2010, "Ontology-Based Transformation Framework from Tropos to AORML". In: *Social Modeling for Requirements Engineering*, pp. 547–570, Cambridge, Estados Unidos, The MIT Press, Outubro. ISBN: 9780262289832. doi: 10.7551/mitpress/7549.003.0022.

GÓMEZ, C., AYALA, C., FRANCH, X., et al., 2017, "Towards an Ontology for Strategic Decision Making: The Case of Quality in Rapid Software Development Projects". In: *Advances in Conceptual Modeling*, pp. 111–121, Berlin, Alemanha, Springer International Publishing. ISBN: 9783319706252. doi: 10.1007/978-3-319-70625-2_11.

HAGGMAN, A., 2019, *Cyber Wargaming: Finding, Designing, and Playing Wargames for Cyber Security Education*. Master's thesis in information security, Royal Holloway, University of London, London, Reino Unido, Fevereiro.

HANLEY JR., J. T., 2017, "Changing DOD's Analysis Paradigm", *Naval War College Review*, v. 70, n. 1, pp. 64–103. art. 5.

HANLEY JR, J. T., 2017, "Planning for the kamikazes: toward a theory and practice of repeated operational games", *Naval War College Review*, v. 70, n. 2, pp. 29–48. art. 3.

HANSON, M. E., 2016, *Improving Operational Wargaming: Its all fun and games until someone loses a war*. Monograph DTIC AD1021990, United States Army Command and General Staff College, Fort Leavenworth, KS, Maio.

Harrigan, P., Kirschenbaum, M. G. (Eds.), 2016, *Zones of control : perspectives on wargaming*. Cambridge, Estados Unidos, Massachusetts Institute of Technology.

HARTLEY, D. S., 2021, "Using an Ontology to Design a Wargame/Simulation System". In: *Simulation and Wargaming*, cap. 14, pp. 335–366, Bognor Regis, Reino Unido, John Wiley & Sons Ltd, Dezembro. ISBN: 9781119604815. doi: 10.1002/9781119604815.ch14.

HELLER, B., HERRE, H., 2004, "Ontological Categories in GOL", *Axiomathes*, v. 14, n. 1–3 (Março), pp. 57–76. ISSN: 1572-8390. doi: 10.1023/b:axio.0000006788.44025.49.

HERMAN, M., FROST, M., KURZ, R., 2009, *Wargaming for Leaders: Strategic Decision Making from the Battlefield to the Boardroom.* 1st ed. New York, NY, Estados Unidos, McGraw-Hill. ISBN: 978-0-07-160843-9.

HERNANDEZ, A., 2015, "Post Wargame Experimentation and Analysis: Re-Examining Executed Computer Assisted Wargames for New Insights", *Military Operations Research*, v. 20 (12).

HEVNER, A. R., MARCH, S. T., PARK, J., et al., 2004, "Design Science in Information Systems Research", *Management Information Systems (MIS) Quarterly*, v. 28, n. 1 (Março), pp. 75–105.

HIRST, A., 2020, "States of play: evaluating the renaissance in US military wargaming", *Critical Military Studies*, v. 8, n. 1 (Janeiro), pp. 1–21. ISSN: 2333-7494. doi: 10.1080/23337486.2019.1707497.

HODICKÝ, J., PROCHÁZKA, D., BAXA, F., et al., 2020, "Computer Assisted Wargame for Military Capability-Based Planning", *Entropy*, v. 22, n. 8 (Agosto), pp. 861. doi: 10.3390/e22080861.

HOFMANN, M. A., LEHMANN, T., 2007, "On simulation-based Wargaming: Comparison of two different methodological approaches", *Information and Security*, v. 22, pp. 64–72.

HUIZINGA, J., 2019, *Homo Ludens.* 2nd ed. São Paulo, SP, Perspectiva.

HUNICKE, R., LEBLANC, M., ZUBEK, R., 2004, "MDA: A formal approach to game design and game research". In: *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, v. 4, pp. 1–5. AAAI Press San Jose, Julho.

JAISWAL, N. K., 1997, *Military Operations Research: Quantitative Decision Making.* New York, NY, Estados Unidos, SpringerScience+Business Media. doi: 10.1007/978-1-4615-6275-7.

JEONG, D., KIM, D., SEO, Y., 2016, "Research of Ontology based Battlefield Scenario Generation Systems". In: *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIIE 2016)*. Atlantis Press, Novembro. doi: 10.2991/aiie-16.2016.90.

JOHANNESSON, P., PERJONS, E., 2021, *An Introduction to Design Science*. 2 ed. Cham, Switzerland, Springer International Publishing. ISBN: 9783030781323. doi: 10.1007/978-3-030-78132-3.

JONES, W. M., 1986, *On the Adapting of Political-Military Games for Various Purposes*. Relatório Técnico N-2413-AF/A, RAND Corporation, Março. Unclassified.

JUUL, J., 2011, *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. Cambridge, MA, Estados Unidos, MIT press.

KAINIKARA, S., 2003, *Effective Wargaming: Impact of the Changing Nature of Warfare*. Relatório Técnico 13, Air Power Development Centre, Royal Australian Air Force, Canberra, Australia, Outubro.

KARS, S., OĞUZTÜZÜN, H., 2011, "An Ontology for a Naval Wargame Conceptual Model". In: *Metadata and Semantic Research*, pp. 1–11, Izmir, Turquia, Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 9783642247316. doi: 10.1007/978-3-642-24731-6_1.

KIPLING, R., 1902, "The Elephant's Child". In: *Just So Stories*, Macmillan, London.

KIRKWOOD, C. W., 1997, *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis With Spreadsheets : Instructor's Manual*. Pacific Grove, Estados Unidos, Duxbury Press.

KNACK, A., POWELL, R., 2023, *Artificial Intelligence in Wargaming: An evidence-based assessment of AI applications*. Research report, The Alan Turing Institute, London, Reino Unido, Junho. CETaS Research Reports.

KOHWALTER, T., CLUA, E., MURTA, L., 2012, "Provenance in games". In: *Proceedings of the XI Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames 2012)*, pp. 162–171. SBC, Novembro.

KORNYSHOVA, E., DENECKÈRE, R., 2010, "Decision-Making Ontology for Information System Engineering". In: *Conceptual Modeling – ER 2010*, pp. 104–117, Berlin, Alemanha, Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 9783642163739. doi: 10.1007/978-3-642-16373-9_8.

KOSTER, R., 2013, *Theory of fun for game design*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, USA, O'Reilly Media, Inc.

LACEY, J., 2016. "Wargaming in the Classroom: An Odyssey". War on the Rocks, Abril. Disponível em: <https://warontherocks.com/2016/04/wargaming-in-the-classroom-an-odyssey/>. Acessado em: 26/04/2025.

LANDWEHR, P., SPRARAGEN, M., RANGANATHAN, B., et al., 2012, "Games, Social Simulations, and Data—Integration for Policy Decisions: The SUDAN Game", *Simulation & Gaming*, v. 44, n. 1 (Setembro), pp. 151–177. ISSN: 1552-826X. doi: 10.1177/1046878112456253.

LANTTO, H., ÅKESSON, B., SUOJANEN, M., et al., 2019, "Wargaming the cyber resilience of structurally and technologically different networks", *Security and Defence Quarterly*, v. 24, n. 2 (Janeiro), pp. 51–64. ISSN: 2544-994X. doi: 10.35467/sdq/103346.

LEE, D. B., 1990, "War Gaming: Thinking for the Future", *Airpower Journal*, v. Summer, pp. 40–51.

LINDLEY, D. V., 1998, *Making Decisions*. 2nd ed. Hoboken, Estados Unidos, John Wily & Sons Ltd.

LIS, A., 2014, "Knowledge Creation and Conversion in Military Organizations: How the SECI Model is Applied Within Armed Forces", *Journal of Entrepreneurship Management and Innovation (JEMI)*, v. 10, n. 1 (Março), pp. 57–78.

LOW, H. G., ELLEFSON, M., 2024, "Punnett Farms: Developing An Immersive Educational Game-Based Platform for Learning Genetics", *Simulation & Gaming*, v. 55, n. 2 (Janeiro), pp. 302–322. ISSN: 1552-826X. doi: 10.1177/10468781231220728.

LOWIS, C., BARLOW, M., 2003, "Employing ABD Technology for Wargaming Courses Of Action". In: *SimTecT 2003 Conference Proceedings*, pp. 153–158. Citeseer, Dezembro.

LOWRY, P., GASKIN, J., TWYMAN, N., et al., 2013, "Taking "Fun and Games" Seriously: Proposing the Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM)", *Journal of the Association for Information Systems*, v. 14, n. 11 (Novembro), pp. 617–671. ISSN: 1536-9323. doi: 10.17705/1jais.00347.

LUCAS, W. F., SIDDIQUI, S. A., 2013, "Game Theory". In: *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, Springer Science Business Media. doi: 10.1007/978-1-4419-1153-7.

MACHADO, S. R. D. S., 2011. "Sistema de Simulação: sua evolução e utilidade em Jogos de Guerra". Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola de Guerra Naval.

MAGALHÃES, M. F., PARREIRAS, M., OURIQUES, L., et al., 2023, "An Educational Game about Sustainability Based on ESG+ P concepts". In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, v. 50, Abril.

MAKOWIEC, P., 2024, "The Use of Wargames in the Development of Decision-Making Skills", *Scientific Journal of the Military University of Land Forces*, v. 214, n. 4 (Dezembro), pp. 1–23. ISSN: 2545-0719. doi: 10.5604/01.3001.0054.8749.

MANGELI, E., DE CLASSE, T. M., MACEDO, H., et al., 2022, "Games with Purpose Development Methodology by Ludology Laboratory". In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, v. 49, pp. 161–171, Março.

MARA, A., DIAZ, K., MATHER, K., 2025. "Wargaming is having its 'Moneyball' moment". Defense News, Julho. Disponível em: <https://www.defensenews.com/opinion/2025/07/29/wargaming-is-having-its-moneyball-moment/>. Acessado em: 04/09/2025.

MARCH, S. T., SMITH, G. F., 1995, "Design and natural science research on information technology", *Decision Support Systems*, v. 15, n. 4 (Dezembro), pp. 251–266. ISSN: 0167-9236. doi: 10.1016/0167-9236(94)00041-2.

MARKLEY, J., BRASHEAR, J., CLECKNER, W., et al., 2015, *Strategig Wargaming Series Handbook A Guide for Professional War Gamers*, 1st ed. United States Army War College, Carlisle, Estados Unidos.

MASOLO, C., BORGO, S., GANGEMI, A., et al., 2003, *Ontology Library*. Relatório Técnico D18, Laboratory For Applied Ontology (LOA), Italian National Research Council, Trento, Italy. WonderWeb Deliverable.

MASON, T., 2012a, "Computer Based War Gaming: Recollections After Twenty Years". In: *Asia-Pacific Simulation & Training Conference and Exhibition (SimTecT 2012)*, Adelaide, Australia, Junhoa.

MASON, T., 2012b, "War Gaming as a Learning Activity". In: *Asia-Pacific Simulation & Training Conference and Exhibition (SimTecT 2012)*, Adelaide, Australia, Junhob.

MATHEUS, C., KOKAR, M., BACLAWSKI, K., 2003, "A core ontology for situation awareness". In: *Sixth International Conference of Information Fusion*, pp. 545–552. IEEE, Julho. doi: 10.1109/icif.2003.177494.

MAY, M. C., KIEFER, L., KUHNLE, A., et al., 2022, "Ontology-Based Production Simulation with OntologySim", *Applied Sciences*, v. 12, n. 3 (Fevereiro), pp. 1608. ISSN: 2076-3417. doi: 10.3390/app12031608.

MCARDLE, J., HILMER, E., 2022, "Effectively Integrating Technology into Wargames". In: *2022 Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*, Dezembro.

MCCONNELL, R. A., GERGES, M., DALBEY, J., et al., 2018, "The Effect of Simple Role-Playing Games on the Wargaming Step of the Military Decision Making Process (MDMP): A Mixed Methods Approach". In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, v. 45, Março.

MCCONNELL, R. A., SIMÕES, C. H. B., MAGNO, R. D. S., et al., 2024, "Wargaming, the Laboratory of Military Planning: A Wargaming Collaboration between U.S. and Brazilian Army Command and General Staff Colleges", *Military Review*, (Abril).

MCCREIGHT, R., 2013, "Scenario development: using geopolitical wargames and strategic simulations", *Environment Systems & Decisions*, v. 33, n. 1 (Dezembro), pp. 21–32. ISSN: 2194-5411. doi: 10.1007/s10669-012-9426-1.

MCHUGH, F. J., 1966, *Fundamental of War Gaming*. 3rd ed. Newport, RI, Estados Unidos, United States Naval War College.

MEDEIROS, S., CAMPANI, L., 2023, "Tracing the Chinese wargame knowledge and application within strategic thinking frameworks", *Revista da Escola de Guerra Naval*, v. 29, n. 2, pp. 249–266. ISSN: 2359-3075. doi: 10.21544/2359-3075.29205.

MICHAEL, D. R., CHEN, S. L., 2005, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Boston, MA, Estados Unidos, Thomson Course Technology PTR.

MILES, M. B., HUBERMAN, A. M., SALDAÑA, J., 2014, *Qualitative Data Analysis A Methods Sourcebook*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA, Estados Unidos, SAGE Publications, Inc.

MILNE, F., LONGWORTH, D. J., 2020, *Preparing for future pandemics: Stress tests and wargames*. Queen's Economics Department Working Paper 1437, Queen's University, Department of Economics.

MIRANDA, J., CUMMINGS, C., 2023, "Adapting", *Marine Corps Gazette*, v. 107, n. 4 (Abril), pp. 82–84. Ideas & Issues (Wargaming/Advertiser Content).

MOIZER, J., LEAN, J., DELL'AQUILA, E., et al., 2019, "An approach to evaluating the user experience of serious games", *Computers & Education*, v. 136 (Julho), pp. 141–151. ISSN: 0360-1315. doi: 10.1016/j.compedu.2019.04.006.

MORGERO, C. A. D. F., 2016, *Sistema de Simulação Militar de Operações Conjuntas para o nível Operacional: uma proposta de Requisitos Operacionais Conjuntos*. Tese de Doutorado, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Escola Marechal Castello Branco.

MYLOPOULOS, J., 1992, "Conceptual Modelling and Telos". In: *Conceptual modelling, databases, and CASE: An integrated view of information system development*, pp. 49–68, Bognor Regis, Reino Unido, John Wiley & Sons.

NARAHARI, Y., 2013, *Game Theory and Mechanism Design*. Toh Tuck Link, Singapura, World Scientific, Indian Institute of Science. ISBN: 9789814525053. doi: 10.1142/8902.

NEVES, A. J., 2008, "A Anatomia de um Jogo de Guerra Didático", *Revista da Escola de Guerra Naval*, v. 12 (Agosto), pp. 79–95.

NGUYEN, T., TRAN, H., GUILLEN, A., et al., 2018, "Acquisition War-Gaming Technique for Acquiring Future Complex Systems: Modeling and Simulation Results for Cost Plus Incentive Fee Contract", *Mathematics*, v. 6, n. 3 (March), pp. 43. ISSN: 2227-7390. doi: 10.3390/math6030043.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H., UMEMOTO, K., 1996, "A theory of organizational knowledge creation", *International Journal of Technology Management*, v. 11, n. 7-8 (jan), pp. 833–845.

OMG, 2014, *Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.2*. Relatório técnico, Object Management Group (OMG). Disponível em: <`https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2`>. Acessado em: 26/04/2025.

OMG, 2017, *Unified Modeling Language (UML), Version 2.5.1.* Relatório técnico, Object Management Group (OMG). Disponível em: <`https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1`>. Acessado em: 26-04/2025.

OTAN, 2017, *Joint Military Simbology (APP-6D).* NATO Standardization Office (NSO), Oct.

OTAN, 2019a, *Allied Joint Doctrine for the Planning Operations (AJP-5).* NATO Standardization Office (NSO), Ministry of Defence, London, Reino Unido, Maioa. Edition A Version 2 + UK national elements.

OTAN, 2019b, *NATO Glossary of Terms and Definitions*, 2019 ed. NATO Standardization Office, Brussels, Belgium, b.

OTAN, 2023, *NATO Wargaming Handbook.* Norfolk, VA, Estados Unidos, Allied Command Transformation.

OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., XEXÉO, G., et al., 2019a, "Analyzing Knowledge Codification for Planning Military Operations". In: *2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)*, pp. 2620–2625, Outubroa. doi: 10.1109/SMC.2019.8914150.

OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, E. M., 2019b, "Analyzing Space Dimensions in Video Games". In: *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2019)*, pp. 36–45. Sociedade Brasileira de Computação, Outubrob.

OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2021, "A Proposal to Model Wargames in the MDA Framework". In: *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2021)*, pp. 1–9. Sociedade Brasileira de Computação, Outubro. doi: 10.5753/sbgames_estendido.2021.19619.

OURIQUES, L., XEXÉO, G., BARBOSA, C. E., 2022, "On the Design of Educational Course of Action Wargaming". In: *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, v. 49, pp. 29–46, Março.

OURIQUES, L., EDUARDO BARBOSA, C., XEXÉO, G., 2023, "Understanding Military Collaboration in Wargames". In: *2023 26th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 1920–1925, Maio. doi: 10.1109/CSCWD57460.2023.10152624.

OURIQUES, L., SILVA, F., PARREIRAS, M., et al., 2024, "Balancing and Analyzing Player Interaction in the ESG+P Game with Machinations", *Journal on Interactive Systems*, v. 15, n. 1 (Maio), pp. 461–477. ISSN: 2763-7719. doi: 10.5753/jis.2024.4186.

OURIQUES, L., BARBOSA, C. E., KRITZ, J., et al., 2025, "Toward an Ontology of Wargame Design", *IEEE Access*, v. 13, pp. 78928–78958. ISSN: 2169-3536. doi: 10.1109/access.2025.3566249.

PANDIT, N. R., 1996, "The Creation of Theory: A Recent Application of the Grounded Theory Method", *The Qualitative Report*, v. 2, n. 4, pp. 1–13.

PAVEK, M. K., STARKEN, A. T., 2014, *Web-based Army Repeatable Lesson in Operational Combat (WARLOC)*. Master's thesis in computer science - modeling, virtual environments, and simulation, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, Estados Unidos, Junho.

PEFFERS, K., TUUNANEN, T., ROTHENBERGER, M. A., et al., 2007, "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research", *Journal of Management Information Systems*, v. 24, n. 3 (Dezembro), pp. 45–77. ISSN: 1557-928X. doi: 10.2753/mis0742-1222240302.

PELLEGRINO, P., 2012. "What is a War Game?" YouTube video, United States Naval War College, Dezembro. Disponível em: <`https://www.youtube.com/watch?v=maHpGR-Vj4Q`>. Acessado em: 26/04/2025.

PERLA, P., 1987, *Design Development and Play of Navy Wargames*. Relatório Técnico Professional Paper 450, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Março. Unclassified.

PERLA, P., 1990, *The Art of Wargaming: A Guide for Professionals and Hobbyists*. Annapolis, MD, Estados Unidos, Naval Institute Press.

PERLA, P., 2022, "Wargaming and The Cycle of Research and Learning", *Scandinavian Journal of Military Studies*, v. 5, n. 1, pp. 197–208. ISSN: 2596-3856. doi: 10.31374/sjms.124.

PERLA, P., BRANTING, D. L., 1986, *Wargames, Exercises, and Analysis*. Relatório Técnico CRM 86-20, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Fevereiro.

PERLA, P., MARKOWITZ, M., 2009a, *Conversations with Wargamers*. Relatório Técnico CRM D0019260.A2, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Janeiroa.

PERLA, P., MARKOWITZ, M., 2009b, *Wargaming Strategic Linkage*. Relatório Técnico CRM D0019256.A2, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Janeirob.

PERLA, P., MCGRADY, E., 2011, "Why Wargaming Works", *Naval War College Review*, v. 64, n. 3, pp. 111–130. art. 8.

PERLA, P. P., BARRETT, R. T., 1985, *An Introduction to Wargaming and its uses*. Relatório Técnico CRM 85-91, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Outubro. Unclassified.

PETRI, G., VON WANGENHEIM, C. G., BORGATTO, A. F., 2019, "MEEGA+: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o ensino de Computação", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, (Setembro). ISSN: 1414-5685.

PETRINI, M., POZZEBON, M., 2009, "Usando Grounded Theory na construção de modelos teóricos", *Revista Gestão & Planejamento*, v. 10, n. 1, pp. 1–18.

PIMENTEL, M., FILIPPO, D., SANTORO, F. M., 2020, "Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação". In: *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa (Volume 1)*, Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Porto Alegre, RS. Capítulo 5.

PIMENTEL, M., FILIPPO, D., SANTOS, T. M., 2023, "Pesquisa e design de artefatos no contexto educacional". In: *Metodologias de pesquisa online: investigando em/na rede com o outro*, Ayvu, pp. 89–119, Rio de Janeiro, RJ. Capítulo 4.

POLSKI, M. M., 2019, "Back to Basics—Research Design for the Operational Level of War", *Naval War College Review*, v. 72, n. 3, pp. 62–83. art. 6.

PRISNER, E., 2014, *Game Theory Through Examples*. Washington, DC, Estados Unidos, Mathematical Association of America, Inc. ISBN: 978-1-61444-115-1.

RED HAT, INC., 2025. "What is a REST API?" Disponível em: <`ttps://www.redhat.com/pt-br/topics/api/what-is-a-rest-api`>. Acessado em: 28/07/2025.

REINO UNIDO, 2017, *Wargaming Handbook*. Development, Concepts and Doctrine Centre, Ministry of Defence, Shrivenham, Reino Unido, Agosto.

RITCHIE, J., LEWIS, J., NICHOLL, C. M., et al., 2014, *Qualitative Research Practice A Guide for Social Science Students and Researchers*. 2nd ed. London, Reino Unido, SAGE Publications, Inc.

ROONEY, B., DOLAN, F., BOND, M. S., et al., 2025, *Ho'okele Mua II, a Wargame About Climate Change and Operational Risk in INDOPACOM*. Santa Monica, CA, RAND Corporation.

ROSENWALD, R. A., 1990, *Operational Art and the Wargame: Play Now or Pay Later*. Tese de Mestrado, School of Advanced Military Studies, United States Army Command and General Staff College, Fort Leavenworth, Estados Unidos, 3.

RUBEL, R. C., 2006, "The epistemology of war gaming", *Naval War College Review*, v. 59, n. 2, pp. 108–128. art. 8.

SABIN, P., 2011, "The benefits and limits of computerization in conflict simulation", *Literary and Linguistic Computing*, v. 26, n. 3 (Maio), pp. 323–328. ISSN: 1477-4615. doi: 10.1093/llc/fqr024.

SABIN, P., 2012, *Simulating War: Studying Conflict through Simulation Games*. London, Reino Unido, Bloomsbury Publishing. doi: 10.5040/9781474211239.

SABIN, P., 2015, "Wargaming in higher education: Contributions and challenges", *Arts and Humanities in Higher Education*, v. 14, n. 4 (Março), pp. 329–348. ISSN: 1741-265X. doi: 10.1177/1474022215577216.

SALEN, K., ZIMMERMAN, E., 2003, *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge, MA, Estados Unidos, The MIT Press.

SALES, T. P., GUARINO, N., GUIZZARDI, G., et al., 2017, "An Ontological Analysis of Value Propositions". In: *2017 IEEE 21st International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)*, v. 84, pp. 184–193. IEEE, Outubro. doi: 10.1109/edoc.2017.32.

SALES, T. P., BAIÃO, F., GUIZZARDI, G., et al., 2018, "The Common Ontology of Value and Risk". In: *Conceptual Modeling*, pp. 121–135, Xi'an, China, Springer International Publishing. ISBN: 9783030008475. doi: 10.1007/978-3-030-00847-5_11.

SAVI, R., WANGENHEIM, C. G. V., BORGATTO, A. F., 2011, "A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering". In: *2011 25th Brazilian Symposium on Software Engineering*, pp. 194–203. IEEE, Setembro. doi: 10.1109/sbes.2011.27.

SCHECHTER, B., SCHNEIDER, J., SHAFFER, R., 2021, "Wargaming as a Methodology: The International Crisis Wargame and Experimental Wargaming", *Simulation & Gaming*, (Janeiro), pp. 104687812098758. doi: 10.1177/1046878120987581.

SCHELL, J., 2008, *The Art of Game Design: A book of lenses*. Burlington, MA, Estados Unidos, Morgan Kaufmann Publishers, Elseiver.

SCHREIBER, I., ROMERO, B., 2022, *Game Balance*. 1st ed. Boca Raton, Flórida, Estados Unidos, CRC Press, Taylor & Francis Group.

SILVA, F., OURIQUES, L., PARREIRAS, M., et al., 2023, "Balanceamento do jogo ESG+P utilizando o Machinations: um Estudo de Caso". In: *2023 Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*. Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Novembro. doi: 10.5753/sbgames_estendido.2023.233692.

SIMON, H. A., 1996, *The sciences of the artificial*. 3rd ed. Cambridge, Estados Unidos, MIT Press.

SONG, S., RYU, K., KIM, M., 2010, "Ontology-based decision support for military information systems". In: *2010 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference*, pp. 1–5. IEEE, Maio. doi: 10.1109/lisat.2010.5478289.

SU, W.-R., LIN, Y.-J., HUANG, C.-H., et al., 2021, "3D GIS Platform for Flood Wargame: A Case Study of New Taipei City, Taiwan", *Water*, v. 13, n. 16 (Agosto), pp. 2211. ISSN: 2073-4441. doi: 10.3390/w13162211.

SUCHÁNEK, M., 2018. "OntoUML specification, revision 10170d48". Read the Docs, Maio. Disponível em: <`https://ontouml.readthedocs.io`>. Acessado em: 26/04/2025.

THIER, C. M., 2023, *Wargaming the Impact of External Risks to the Fuel Supply Chain*. Master's thesis in defense management, Naval Postgraduate School, Monterrey, CA, Estados Unidos, Dezembro.

TURNER, D., 2010, "Qualitative Interview Design: A Practical Guide for Novice Investigators", *The Qualitative Report*, (nov). doi: 10.46743/2160-3715/2010.1178.

TURNITSA, C., 2016, "Adjudication in Wargaming for Discovery", *Cyber Security & Information Systems Information Analysis Center (CSIAC)*, v. 4, n. 3 (11), pp. 28–35.

Turnitsa, C., Blais, C., Tolk, A. (Eds.), 2021, *Simulation and Wargaming*. Bognor Regis, Reino Unido, John Wiley & Sons Ltd. doi: 10.1002/9781119604815.

UPTON, B., 2015, *The Aesthetic of Play*. 1 ed. Cambridge, MA, Estados Unidos, MIT Press.

VAISHNAVI, V., KUECHLER, B., 2004, "Design Science Research in Information Systems", *Association for Information Systems*, (01).

VAISHNAVI, V. K., KUECHLER, W., 2015. "Design Science Research Methods and Patterns: Innovating Information and Communication Technology, 2nd Edition". Maio.

VALENTE, A., HOLMES, D., ALVIDREZ, F., 2005, "Using a Military Information Ontology to Build Semantic Architecture Models for Airspace Systems". In: *2005 IEEE Aerospace Conference*. IEEE, Março. doi: 10.1109/aero.2005.1559635.

VAN DEN BERG, E., ROBERTSON, S., 2019, "Game-Theoretic Planning to Counter DDoS in NEMESIS". In: *MILCOM 2019 - 2019 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)*. IEEE, November. doi: 10.1109/milcom47813.2019.9020844.

VAZ, A., 2025, *Desenvolvimento e Aplicação de um Modelo de Avaliação de Jogos Eduacionais Digitais*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Janeiro.

VERDONCK, M., GAILLY, F., DE CESARE, S., et al., 2015, "Ontology-driven conceptual modeling: A systematic literature mapping and review", *Applied Ontology*, v. 10, n. 3-4, pp. 197–227. doi: 10.3233/AO-150154.

VIEIRA FILHO, J. J., 2019, *Um Modelo Adaptativo de Objetos para Modelos Conceituais Baseados em UFO*. Mestrado em informática, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Dezembro.

VISUAL PARADIGM, 2024. "Visual Paradigm Community Edition, version 17.2". Novembro. Disponível em: <https://www.visual-paradigm.com/download/community.jsp>. Acessado em: 09/07/2025.

WADE, B., 2018, "The Four Critical Elements of Analytic Wargame Design", *Phalanx*, v. 51, n. 4 (Dezembro), pp. 18–23.

WALDENSTRÖM, C., 2012, "Using a low-fidelity wargame for training fleet-level command and control in the classroom". In: *Proceedings of the 17th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Junho.

WALTERS, E. M., 2021, "Developing Self-Confidence in Military Decision Making An Imperative for Wargaming", *Journal of Advanced Military Studies*, v. 12, n. 2 (Setembro), pp. 167–181. doi: 10.21140/mcuj.20211202007.

WESKE, M., 2007, *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Berlin, Alemanha, Springer.

WEUVE, C. A., PERLA, P. P., MARKOWITZ, M. C., et al., 2004, *Wargame Pathologies*. Relatório Técnico CRM D0010866.A1, Center for Naval Analyses (CNA), Alexandria, VA, Estados Unidos, Setembro.

WHITE, S. A., MIERS, D., 2008, *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*. Lighthouse Point, Florida, Estados Unidos, Future Strategies, Inc.

WILKES, B. J., 2001, "Silver flag: A concept for operational warfare", *Air & Space Power Journal*, v. 15, n. 4, pp. 47–56.

WNOROWSKI, M., 2022, *Wargaming: Practitioner's Guide*, 1st ed. Doctrine and Training Centre of the Polish Armed Forces, Bydgoszcz, Poland.

WONG, J., 2016a, *Interwar-Period Gaming Today for Conflicts Tomorrow: Press Start to Play*. Master's thesis in military studies, United States Marine Corps Command and Staff College, Quantico, VA, Abrila.

WONG, J., 2016b. "Wargaming in Professional Military Education A Student Perspective". The Strategy Bridge, Julhob. Disponível em: <https://thestrategybridge.org/the-bridge/2016/7/14/wargaming-in-professional-military-education-a-students-perspective>. Acessado em: 26/04/2025.

WONG, Y., BAE, S., BARTELS, E., et al., 2019, *Next-Generation Wargaming for the U.S. Marine Corps: Recommended Courses of Action*. Santa Monica, CA, Estados Unidos, RAND Corporation. doi: 10.7249/rr2227.

WONG, Y. H., RYSEFF, J., RIGGS, N., 2025, "Artificial intelligence and wargaming", *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, v. 22, n. 1 (Janeiro), pp. 3–4. ISSN: 1557-380X. doi: 10.1177/15485129241310254.

WORK, R., 2015, *Wargaming and Innovation*. Memorandum FEB 09 2015, Department of Defense, Washington, DC, Estados Unidos. Ostensivo.

WORK, R., SELVA, P., 2015. "Revitalizing Wargaming is Necessary to Be Prepared for Future Wars". War on the Rocks, Dezembro. Disponível em: <`https://warontherocks.com/2015/12/revitalizing-wargaming-is-necessary-to-be-prepared-for-future-wars/`>. Acessado em: 26/04/2025.

XEXÉO, G., MANGELI, E., SILVA, F., et al., 2021, "Games as Information Systems". In: *XVII Brazilian Symposium on Information Systems*, SBSI 2021. ACM, Junho. doi: 10.1145/3466933.3466961.

XEXÉO, G., MAGALHÃES, M. F., DIPOLITTO, C., et al., 2023, *Twelve Years of LUDES: the Ludology, Engineering and Simulation Laboratory*. Technical Report 786, Programa de Engenharia de Sistema e Computação (PESC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Maio.

XU, J., HU, J., WANG, S., et al., 2022, "MiaoSuan Wargame: A Multi-Mode Integrated Platform for Imperfect Information Game". In: *2022 IEEE Conference on Games (CoG)*. IEEE, aug. doi: 10.1109/cog51982.2022.9893656.

YU, S., ZHU, W., WANG, Y., 2023, "Research on Wargame Decision-Making Method Based on Multi-Agent Deep Deterministic Policy Gradient", *Applied Sciences*, v. 13, n. 7 (Abril), pp. 4569. ISSN: 2076-3417. doi: 10.3390/app13074569.

YUKSEK, B., GUNER, G., KARALI, H., et al., 2023, "Intelligent Wargaming Approach to Increase Course of Action Effectiveness in Military Operations". In: *AIAA SCITECH 2023 Forum*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Janeiro. doi: 10.2514/6.2023-2531.

YILMAZ, C., CÖMERT, C., YILDIRIM, D., 2024, "Ontology-Based Spatial Data Quality Assessment Framework", *Applied Sciences*, v. 14, n. 21 (Novembro), pp. 10045. ISSN: 2076-3417. doi: 10.3390/app142110045.

Apêndice A

Glossário de Termos Militares

A Tabela A.1 reúne termos cujas definições foram obtidas em glossários militares (BRASIL, 2015b; ESTADOS UNIDOS, 2020a; OTAN, 2019b).

Tabela A.1: Definições de Termos Militares

Termo	**Definição**
Arte Operacional	Abordagem cognitiva para o emprego de unidades militares de modo coordenado para atingir objetivos.
Comando e Controle	Constitui-se no exercício da autoridade e da direção que um comandante tem sobre as forças sob o próprio comando, para o cumprimento da missão designada. Viabiliza a coordenação entre a emissão de ordens e diretrizes e a obtenção de informações sobre a evolução da situação e das ações desencadeadas.
Consciência Situacional	Compreensão dos elementos do campo de batalha e da atualização do cenário necessários para apoiar a tomada de decisão.
Doutrina	Princípios fundamentais que orientam as ações das forças militares para atingir seus objetivos.
Estado-Maior	Grupo de militares e civis que assessoram um comandante (ou um chefe).
Fricção	Obstáculos inesperados no campo de batalha.
Eventos Crítico	Uma ação essencial identifica na análise da missão.
Human-in-the-Loop	Um sistema ou processo no qual uma pessoa participa ativamente da tomada de decisão, supervisão ou controle.
Linha de Ação	Uma sequência de ações para cumprir uma missão, a partir da qual um plano é formulado.
Névoa da guerra	Incerteza e falta de informação que os militares experimentam nos conflitos.
Planejamento	Ato ou efeito de idealizar e fixar, com maior ou menor grau de detalhes, a ação, operação ou atividade a ser realizada, por meio da determinação e ordenação de um conjunto de ações que permitem atingir certo objetivo.
Ponto de Decisão	Um ponto no tempo ou no espaço em que o comandante deve tomar uma decisão crítica.
Ponto Decisivo	Local, evento-chave específico, sistema crítico ou função que permite aos comandantes obter uma vantagem relevante sobre o inimigo e influenciar decisivamente o resultado de uma ação.
Possibilidade do Inimigo	Uma possível linha de ação que o inimigo poderia adotar para impactar o cumprimento da missão.

Apêndice B

Características dos Jogos de Guerra

B.1 Propósito

Os jogos de guerra proporcionam uma experiência ativa de aprendizado e tomada de decisão e cumprem dois propósitos principais: *didático* (*educational*), que desenvolve habilidades e conhecimentos por meio de cenários imersivos; e *analítico* (*analytical*), que oferece um ambiente controlado para analisar problemas complexos e testar estratégias (BURNS *et al.*, 2015; OTAN, 2023; REINO UNIDO, 2017; WNOROWSKI, 2022). Os jogos *didáticos* focam na análise das decisões dos jogadores e na compreensão de como e por que tais decisões foram tomadas, reforçando doutrinas militares e outros objetivos de treinamento (PERLA, 1990). Os jogos *analíticos* buscam aperfeiçoar e validar um plano ou estratégia militar para fornecer informações que apoiem a tomada de decisão (ROSENWALD, 1990). Resultados confiáveis de um jogo analítico são obtidos por meio de um processo estocástico, que repete o jogo variando os participantes e as decisões (BRASIL, 2018).

B.2 Nível Decisório

O *design* de um jogo de guerra deve especificar o nível decisório apropriado, orientando o escopo e o foco das decisões dos jogadores durante o jogo. A posição de comando do jogador e as ações esperadas, alinhadas aos objetivos mais amplos, determinam esse nível (PERLA, 1990). Os jogos de guerra são classificados quanto ao nível decisório como *políticos, estratégicos, operacionais* e *táticos* (ALEMANHA, 2024; BRASIL, 2018; BURNS *et al.*, 2015; CAFFREY JR, 2019; MCHUGH, 1966; PERLA, 1987; WNOROWSKI, 2022).

O nível político estabelece os objetivos políticos, firma alianças, formula diretrizes para ações estratégicas e define limites para o emprego militar, uso do espaço geográfico, direito internacional e acordos (BRASIL, 2007). Nos jogos de guerra *po-*

líticos, os jogadores tomam decisões políticas, militares, econômicas, sociais e psicossociais, e incluem ações políticas, como negociação, dissuasão ou apoio diplomático (BRASIL, 2018).

O nível estratégico define os objetivos a serem perseguidos durante o conflito e aloca os recursos necessários para alcançá-los (PERLA e MARKOWITZ, 2009b). Esses recursos podem incluir desde forças militares até meios econômicos e políticos. Os jogos de guerra *estratégicos* focam em guerras nacionais, frequentemente abrangendo todo o território dos combatentes. As forças incluem todas as unidades militares das nações em conflito, e o horizonte temporal pode variar de anos a décadas (CAFFREY JR, 2019). Os jogadores controlam a narrativa, testam estratégias e compreendem os eventos e a situação resultante (PERLA e MARKOWITZ, 2009a).

O nível operacional conecta as diretrizes e objetivos estratégicos com as ações táticas (EIKMEIER, 2015). Os jogos de guerra *operacionais* simulam grandes operações e campanhas que abrangem regiões inteiras, com duração de dias a meses, envolvendo todas as forças presentes ou capazes de atuar na região (CAFFREY JR, 2019). A análise operacional identifica e organiza o estado final desejado, os objetivos, os efeitos, a sequência e a sincronização das ações (EIKMEIER, 2015). Os jogadores consideram os tipos de unidades, quantidades e posições relativas das forças, desconsiderando detalhes do nível tático, como quem atirou em quem, com qual arma e em que momento (PERLA, 1990).

O nível tático envolve o combate direto ou outras formas de contato com o inimigo (PERLA e MARKOWITZ, 2009b), nas quais as forças militares definem como cumprir as missões e objetivos designados (EIKMEIER, 2015). Os jogos de guerra *táticos* focam em batalhas e confrontos diretos, geralmente ambientados em espaços de combate reduzidos e em curtos intervalos de tempo. As forças são limitadas, e mudanças no ambiente podem influenciar os resultados dessas batalhas (CAFFREY JR, 2019). Os jogadores organizam as capacidades das unidades no tempo e no espaço, orientam manobras táticas, gerenciam o apoio logístico e otimizam o desempenho de armas e sensores.

B.3 Número de Lados

Um lado pode representar uma equipe ou um jogador capaz de tomar decisões que influenciam a dinâmica do jogo. Os *designs* de jogos de guerra incluem jogos *unilaterais* (*one-sided*), *bilaterais* (*two-sided*) e *multilaterais* (*multi-sided*) (BRASIL, 2018; BURNS *et al.*, 2015; MCHUGH, 1966; PERLA, 1987; REINO UNIDO, 2017; WNOROWSKI, 2022). Nos jogos *unilaterais*, um grupo de controle assume o papel do inimigo, orienta a narrativa do cenário e até mesmo julga as decisões (PERLA, 1987). Esses jogos geralmente têm propósitos didáticos, mas alguns au-

tores argumentam que não são jogos de fato, devido à ausência de um oponente real ou de uma situação de conflito (MCHUGH, 1966), já que nenhum humano está desempenhando o papel do inimigo buscando também vencer (WONG, 2016a). Os jogos *bilaterais* envolvem duas forças em oposição, cada uma buscando atingir seus próprios objetivos (PERLA, 1987). Os jogos *multilaterais* envolvem duas ou mais forças, que podem formar alianças ou representar forças conjuntas, competindo contra uma ou mais forças oponentes (PERLA, 1987).

B.4 Instrumento

A maioria dos jogos de guerra utiliza instrumentos ou ferramentas para exibir as localizações, movimentos e interações das forças, bem como para registrar dados (PERLA, 1990). Essas ferramentas podem incluir mapas, tabuleiros, dados, pinos (*tokens*), tabelas, gráficos, planilhas de acompanhamento e equipamentos de apoio, como impressoras, projetores, computadores, softwares e rádios (MASON, 2012b). Conforme os instrumentos utilizados, os jogos de guerra podem ser classificados como *manuais* (*manual*), *assistidos por computador* (*computer-assisted*) ou *computadorizados* (*computerized*) (MCHUGH, 1966; PERLA, 1987; REINO UNIDO, 2017; WNOROWSKI, 2022).

Jogos *manuais* geralmente usam mapas, *tokens*, gráficos e materiais impressos para descrever regras, procedimentos, informações e ordens de batalha (PERLA, 1990; SABIN, 2015). Mesmo versões mais simples desses jogos podem simular de forma eficaz aspectos específicos dos conflitos (SABIN, 2012). Apesar da complexidade, a mecânica dos jogos manuais é altamente flexível, já que os *designers* ou até mesmo os jogadores podem modificar regras e procedimentos para melhorar a jogabilidade, sem exigir conhecimento técnico, mas apenas criatividade (HAGGMAN, 2019). No entanto, os jogadores precisam aprender e dominar as regras, o que pode ser demorado e desafiador (SABIN, 2011).

Embora programas de computador sejam frequentemente chamados de jogos de guerra, essa denominação pode ser imprecisa. Jogos de guerra envolvem necessariamente jogadores humanos, sendo mais adequado descrever esses programas como ferramentas que auxiliam os jogadores na condução dos jogos (RUBEL, 2006). O surgimento dos jogos de guerra *assistidos por computador* é resultado direto dos avanços na computação (ROSENWALD, 1990). Esses programas dão suporte à jogabilidade, automatizando cálculos de combate e de logística, registro da dinâmica do jogo, entre outros aspectos (ELG, 2017; KAINIKARA, 2003).

Desde a década de 1990, a tecnologia da computação tornou possível a criação de jogos de guerra *computadorizados* (SABIN, 2012). Esses jogos utilizam complexos modelos matemáticos para gerenciar e validar as ações dos jogadores de acordo com

regras programadas (CAFFREY JR, 2019). Os recursos computacionais melhoram a visualização, o registro, a arbitragem e o compartilhamento de informações (ELLERBE *et al.*, 2016), atualizam as posições das forças, monitoram a detecção por sensores e avaliam os resultados das batalhas usando tabelas de combate ou modelos que consideram fatores ambientais (PERLA, 1990). Os jogadores podem competir entre si ou o computador pode assumir o papel do oponente. O diretor do jogo e os jogadores podem salvar o progresso e retomar a partida posteriormente, conforme necessário (DUNNIGAN, 2005).

B.5 Limite da Informação

Os jogadores precisam de informações para compreender e tomar decisões nos jogos. No caso dos jogos de guerra, parte dessas informações é fornecida pelo cenário e por um banco de dados. Outras informações surgem ao longo do *gameplay*. No entanto, o status do oponente e as atualizações das suas ações podem ser ocultados dos jogadores (PERLA, 1987). A informação disponível aos jogadores classifica os jogos de guerra como *abertos* (*open*) ou *fechados* (*closed*) (BRASIL, 2018; CAFFREY JR, 2019; MCHUGH, 1966; PERLA, 1987; REINO UNIDO, 2017).

Jogos de guerra *abertos* oferecem aos jogadores consciência situacional completa e precisa (CAFFREY JR, 2019). Os jogadores conhecem informações sobre as unidades adversárias e suas posições, com exceção de seus planos. Esses jogos geralmente utilizam um único mapa situacional, no qual ambos os lados posicionam abertamente suas forças (PERLA, 1990). Jogos de guerra *fechados* restringem as informações disponíveis aos jogadores, refletindo a limitação do mundo real de observar todo o campo de batalha (CAFFREY JR, 2019). O controle do jogo limita os jogadores a saber apenas o que seus sensores ou outras fontes aliadas podem fornecer e o que for determinado na arbitragem (PERLA, 1987). Esses jogos geralmente caracterizam-se pela separação física entre os jogadores adversários e exigem o uso de recursos computacionais (PERLA, 1990).

B.6 Formato de Condução

Jogos de guerra frequentemente seguem um dos dois formatos de condução: *seminário* (*seminar*) ou *sistêmico* (*system*) (BRASIL, 2018; FRANÇA, 2024; OTAN, 2023; PERLA, 1987; REINO UNIDO, 2017; WNOROWSKI, 2022). O formato seminário estrutura os debates sobre um cenário ou problema específico, facilitando a análise de um tema e a exploração de novas ideias e conceitos (WONG *et al.*, 2019). Jogos de guerra em *formato seminário* apresentam uma situação aos jogadores, que discutem suas ações e os resultados mais prováveis em um fórum aberto (WADE,

2018). Controladores avaliam as decisões dos jogadores e descrevem o desdobramento da situação (TURNITSA, 2016). Uma variação mais estruturada do jogo de guerra em formato seminário é o jogo *matricial* (*matrix*), que também se concentra no debate das decisões dos jogadores (FRANÇA, 2024), mas pode incluir o acaso (sorte) como elemento para avaliar cenários com informação limitada. Assim, os juízes podem rolar dados ou atribuir probabilidades para determinar os resultados (TURNITSA, 2016).

Jogos de guerra sistêmicos utilizam regras e procedimentos para substituir debates sobre o resultado das decisões dos jogadores (PERLA, 1990). Esses jogos baseiam-se em métodos matemáticos, geralmente fundamentados em probabilidades (WADE, 2018), e frequentemente utilizam um sistema computacional para calculá-los. Uma vez que os jogadores tomam suas decisões, o sistema determina as interações e os resultados. Os jogadores interagem de forma indireta por meio de juízes, controladores, modelos, computadores ou outros dispositivos (PERLA, 1987).

B.7 Progressão do Tempo

As guerras se estendem por horas de tédio intercaladas por momentos de terror (LEE, 1990), durante os quais os militares frequentemente tomam decisões críticas. Jogos de guerra podem controlar o fluxo temporal para focar em eventos que exigem uma decisão. A progressão do tempo classifica os jogos de guerra como de *contínuos* (*running time*) ou *em turnos* (turn-based) (BURNS *et al.*, 2015; MCHUGH, 1966; REINO UNIDO, 2017). Em ambos, os jogadores tomam decisões de forma simultânea ou sequencial durante seus movimentos (HANLEY JR, 2017).

Nos jogos *contínuos*, o tempo progride de forma contínua e sem interrupções. O ritmo geralmente acompanha o tempo real, mas pode ser ajustado para avançar mais devagar ou mais rápido (CAFFREY JR, 2019). Portanto, o ritmo é definido como a razão entre o tempo real e o tempo do relógio do jogo (BURNS *et al.*, 2015). Esses jogos forçam os jogadores a tomarem decisões rápidas (PAVEK e STARKEN, 2014). Por outro lado, a progressão temporal nem sempre é linear nos jogos *em turnos*, visto que cada turno pode significar uma duração específica de tempo. Os turnos refletem os ciclos decisórios do mundo real (CAFFREY JR, 2019) e são subdivididos em fases ou movimentos (HAGGMAN, 2019). O tempo só avança quando os jogadores concluem suas ações em cada turno (PAVEK e STARKEN, 2014).

B.8 Arbitragem

A arbitragem é o elemento central em um jogo de guerra. Julgar qual conjunto de decisões e linha de ação resultará na vitória é essencial para os eventos do

jogo (TURNITSA, 2016). Juízes, um conjunto de regras ou até mesmo os próprios jogadores podem arbitrar o jogo, influenciando diretamente o seu andamento. A arbitragem normalmente classifica os jogos de guerra como *livres* (*free*), *rígidos* (*rigid*), *semirrígidos* (*semi-rigid*) ou *consensuais* (*consensual*) (ALEMANHA, 2024; BRASIL, 2018; BURNS *et al.*, 2015; FRANÇA, 2024; MCHUGH, 1966; OTAN, 2023; PERLA, 1987; REINO UNIDO, 2017; WNOROWSKI, 2022).

Jogos de guerra *livres* recorrem à experiência dos juízes para determinar os resultados dos engajamentos (PERLA, 1987). Os juízes analisam combates, missões e campanhas passadas para reduzir a subjetividade em seus julgamentos (BESTARD, 2016). Os objetivos do jogo, o tempo disponível e os conflitos de interesse podem influenciar as avaliações (RUBEL, 2006). Esta arbitragem pode demandar muito tempo e esforço dos juízes, e o jogo pode ficar sujeito às suas opiniões, vieses e preconceitos (TURNITSA, 2016).

Jogos de guerra *rígidos* utilizam um conjunto de regras, incluindo tabelas de resultados de combate, para produzir situações determinadas pelas decisões dos jogadores. A arbitragem procede estritamente de acordo com as regras de movimentação, detecção e combate (RUBEL, 2006). Portanto, jogos rígidos podem ser jogados com ou sem juízes (TURNITSA, 2016). A arbitragem rígida fornece resultados rápidos se as regras estiverem programadas em um sistema computacional (CAFFREY JR, 2019), embora a configuração das regras exija tempo e recursos adicionais (TURNITSA, 2016). Essa arbitragem pode ser determinística ou estocástica (TURNITSA, 2016), sendo que o primeiro identifica o resultado esperado de cada ação, enquanto o segundo estima os resultados prováveis e atribui probabilidades às diferentes possibilidades dentro de cada ação (CAFFREY JR, 2019).

Jogos de guerra *semirrígidos* utilizam uma abordagem híbrida na qual os juízes empregam sua experiência juntamente com algumas regras para fazer suas avaliações (PERLA, 1987). Esses jogos podem gerar resultados imparciais baseados em dados. O tempo de avaliação pode aumentar porque os juízes podem discutir seus julgamentos e analisar as entradas e saídas do sistema (TURNITSA, 2016).

Jogos de guerra com *arbitragem consensual* ou aberta (APPLEGET *et al.*, 2020; BURNS *et al.*, 2015; TURNITSA, 2016) são incomuns e envolvem os jogadores na avaliação de suas decisões. Os jogadores articulam e justificam suas ações, levando a equipe a discutir os pontos fortes e fracos dos possíveis resultados, mas o objetivo final é obter um consenso.

Apêndice C

Definição das classes das ontologias

As Tabelas C.1 à C.11 apresentam as definições de todas as classes contidas nas ontologias construídas no segundo ciclo de DS. Estas classes referem-se aos elementos, características, agentes, eventos ou ao próprio processo de *design* dos jogos de guerra.

Tabela C.1: Definições do modelo dos agentes que participam do processo de *design* dos jogos de guerra.

Classe	**Definição**
Agente	Classe que generaliza todos os papéis que as pessoas e as organizações desempenham ao participarem do processo de *design* de um jogo de guerra.
Analista	Avalia as decisões dos jogadores e analisa as justificativas, ideias, percepções e debates por trás dessas decisões.
Controlador	Monitora as ações dos jogadores, oculta ou modifica informações, induz atrasos e desafios para os jogadores e mantém o jogo dentro do cronograma.
Departamento de Jogos de Guerra	O departamento de uma organização que possui o conhecimento e a capacidade de projetar um jogo de guerra para resolver um problema.
Desenvolvedor	Implementa as mecânicas necessárias para a execução do jogo e garantem sua jogabilidade.
Diretor do Jogo	Coordena o grupo de design, controla o relógio do jogo e sua marcha (ritmo), assegura que o cenário apresenta desafios para os jogadores e conduz a análise pós-jogo.
Facilitador	Orienta os jogadores, garantindo que compreendam as regras e o cenário e os mantêm concentrados para alcançar os objetivos.
Game Designer	Define as características do jogo de guerra, objetivos e regras, desenvolve o cenário, equilibra as forças, escopo e ritmo do jogo, e determina as decisões que se espera que os jogadores tomem para alcançar os objetivos, assim como as mecânicas que traduzem essas decisões em ações.
Grupo de Controle	Grupo formado pelo diretor do jogo, controladores e juízes que controla o ritmo e o equilíbrio do jogo.
Jogador	Definido na Tabela C.2.

Tabela C.1: Definições do modelo dos agentes que participam do processo de *design* dos jogos de guerra. (Continuação)

Classe	**Definição**
Jogador Humano	Agente que participa da dinâmica do jogo, tomando decisões baseadas em raciocínio, experiência, intuição e informações.
Jogador Artificial	Agente que atua como oponente ou aliado controlado por algoritmos, oferecendo consistência e desafio dentro das regras do jogo.
Juiz	Julga as decisões dos jogadores com base em sua experiência e nas regras, determinando os resultados dos combates e ações.
Membro do Grupo de *Design*	Um membro do grupo designado para conduzir o processo de *design* do jogo de guerra e resolver um problema apresentado por um patrocinador.
Organização	Uma classe pai que representa tanto o patrocinador quanto a instituição com um departamento de jogos de guerra.
Patrocinador	A pessoa ou organização que entra em contato com um departamento de jogos de guerra com a expectativa de que um jogo possa resolver seu problema.
Patrocinador Org	Caracteriza o patrocinador como uma organização que entra em contato com um departamento de jogo de guerra para resolver seu problema.
Patrocinador Pessoa	Caracteriza o patrocinador como uma pessoa que entra em contato com um departamento de jogo de guerra para resolver seu problema.
Pessoa	Classe que generaliza todos os indivíduos que participam do processo de *design* de um jogo de guerra.
Sistema Automatizado	Regras, algoritmos ou IA pré-programados que definem o comportamento de um jogador artificial.

Tabela C.2: Definições do modelo dos elementos dos jogos de guerra, segundo PERLA (1990).

Classe	Definição
Análise	Uma análise dos dados coletados em um jogo de guerra, relacionando as ações dos jogadores com os objetivos para identificar achados, lições e percepções.
Banco de Dados	Fornece informações sobre o cenário, incluindo o ambiente físico e as condições meteorológicas, a composição e o arranjo das forças amigas e inimigas, as capacidades logísticas, armas, sensores, podendo incluir regras, modelos de combate e seus prováveis resultados.
Cenário	O contexto político, militar e econômico que levou a uma situação atual de crise ou conflito.
Jogador	Um participante que representa uma força amiga ou inimiga, incentivado a tomar decisões de forma independente.
Jogo de Guerra	Um modelo de guerra baseado em cenários de conflito ou competição em um ambiente sintético, no qual as pessoas tomam decisões e respondem às consequências dessas decisões
Modelo	Uma expressão matemática que simula cinemática, detecção, avaliação de combate, inteligência, comunicações, logística etc.
Objetivo	Uma meta claramente definida e alcançável, alinhada ao propósito do jogo, que orienta as ações e decisões dos times.
Regra	Um conjunto de diretrizes que dita a estrutura do jogo, incluindo as ações dos jogadores, suas interações e os resultados.

Tabela C.3: Definições da visão dos jogos de guerra como um processo de tomada de decisão.

Classe	Definição
Aprendizado	Lições que os jogadores aprendem a partir de suas decisões, das decisões dos oponentes, de percepções obtidas e dos resultados da arbitragem durante um jogo de guerra.
Decisão	Uma declaração clara e concisa da ação que o jogador pretende seguir como a mais favorável para o cumprimento bem-sucedido da missão atribuída.
Experiência	As próprias experiências dos jogadores que eles compartilham durante um jogo de guerra.
Jogador	Definido na Tabela C.2.
Narrativa	A história que os jogadores constroem por meio de suas decisões durante um jogo de guerra.

Tabela C.4: Definições do modelo dos elementos de um problema de tomada de decisão.

Classe	**Definição**
Alternativa	Cada uma das opções disponíveis para o tomador de decisão diante de um problema, representando diferentes consequências possíveis.
Cenário	Contexto no qual o problema de decisão está inserido.
Convicção	O grau de confiança ou crença que o tomador de decisão possui em relação à alternativa escolhida, geralmente influenciado por sua experiência ou informações disponíveis.
Decisão	A escolha deliberada de uma alternativa entre as opções disponíveis, com base em critérios, preferências ou restrições do tomador de decisão.
Evento de Decisão	Evento diante do qual uma pessoa deve tomar uma decisão.
Incerteza	Grau de desconhecimento ou imprevisibilidade sobre os resultados que podem decorrer da escolha de uma alternativa, devido a fatores aleatórios, informações incompletas ou variabilidade do contexto.
Informação	Todas as informações disponíveis que a pessoa deve usar para tomar uma decisão.
Objetivo	Uma meta de um problema de decisão que uma alternativa contribui para alcançar.
Pessoa	Classe que generaliza os indivíduos que participam de um processo de tomada de decisão.
Problema	Situação em que um indivíduo deve escolher entre duas ou mais alternativas, considerando as incertezas e as consequências associadas.
Tomada de Decisão	Processo cognitivo em um problema de decisão que surge sempre que um indivíduo deve escolher entre pelo menos duas alternativas.
Tomador de Decisão	O indivíduo responsável por analisar as alternativas e efetivar a escolha, assumindo responsabilidade sobre as consequências.

Tabela C.5: Definições da ontologia das características dos jogos de guerra.

Classe	Definição
Aberto	Jogo de guerra que oferece plena consciência situacional aos jogadores, visto que conhecem informações sobre unidades inimigas e suas posições, exceto seus planos.
Analítico	Jogo de guerra que tem como propósito aprimorar e validar um plano ou estratégia militar, fornecendo informações para a tomada de decisão.
Arbitragem	Processo de avaliar as decisões e interações dos jogadores para determinar os resultados, geralmente conduzido por juízes, regras ou ambos.
Assistido por Computador	Jogo de guerra cuja condução é apoiada automatizando cálculos de combate, logística e registro de dados.
Computadorizado	Jogo de guerra que utiliza complexos modelos matemáticos para gerenciar ações e validar as entradas dos jogadores de acordo com regras programadas.
Consensual	Jogo de guerra que possibilita aos jogadores avaliar suas decisões e articular e justificar suas ações, buscando alcançar um consenso.
Contínuo	Jogo de guerra em que o tempo progride continuamente sem interrupção.
Cooperação	Determina se jogadores ou times colaboram para atingir objetivos em um jogo de guerra.
Cooperativo	Jogo de guerra em que jogadores ou times cooperam coordenando suas ações para alcançar objetivos comuns.
Design de Jogo de Guerra	Inclui as características e elementos de um jogo de guerra para atender a objetivos de aprendizado que apoiem a tomada de decisão ou tenham um propósito analítico.
Determinístico	Método de arbitragem no qual os resultados de jogo de guerra são determinados por regras e cálculos fixos, sem aleatoriedade ou probabilidade.
Didático	Jogo de guerra que foca em analisar as decisões dos jogadores e compreender como e por que foram tomadas, reforçando doutrinas militares e outros objetivos de treinamento.
Duração do Jogo	O ponto em que o jogo de guerra termina ao alcançar as condições de vitória ou derrota.
Duração do Turno	O tempo de duração de um turno em um jogo de guerra baseado em turnos
Em Turnos	Jogo de guerra no qual o tempo progride de forma discreta em turnos.
Estocástico	Método de arbitragem que incorpora aleatoriedade ou probabilidade para determinar os resultados dos combates em um jogo de guerra. Pode envolver rolar dados, tabelas de probabilidade ou geração de números aleatórios para simular incertezas em combate, tomada de decisão ou outros eventos do jogo.
Estratégico	Jogo de guerra que foca em guerras nacionais que se estendem por anos a décadas e frequentemente cobrem todo o território dos combatentes.
Fechado	Jogo de guerra que restringe as informações disponíveis aos jogadores, refletindo a limitação do mundo real de observar todo o campo de batalha.
Formato	O formato para conduzir o jogo de guerra.
Indefinido	A duração do jogo de guerra depende do alcance dos objetivos.

Tabela C.5: Definições da ontologia das características dos jogos de guerra. (Continuação)

Classe	Definição
Instrumento	Ferramentas para apoiar a condução do jogo de guerra: tabuleiro, mapas, peças, tabelas, gráficos, dados, planilhas, computadores, softwares etc.
Lado	Um lado pode representar uma equipe ou um jogador que toma decisões que influenciam o andamento do jogo.
Limite da Informação	O tipo de informação disponível a um jogador em jogo de guerra.
Livre	Jogo de guerra que depende da experiência dos juízes para determinar os resultados dos combate.
Manual	Jogo de guerra que geralmente utiliza mapas, peças, tabelas e materiais impressos, como regras, procedimentos, dados e ordens de batalha.
Matricial	Uma variação mais estruturada de jogo de guerra em formato seminário, que também foca nos debates dos jogadores sobre suas decisões.
Método	Determina se as regras nas arbitragens semirrígidas e rígidas são estocásticas ou determinísticas.
Não Cooperativo	Jogo de guerra no qual jogadores ou times oponentes tomam decisões e executam ações, visando atingir seus próprios objetivos.
Nível Decisório	O nível que o jogo de guerra atende de acordo com a posição de comando do jogador, as ações esperadas e os objetivos gerais.
Operacional	Jogo de guerra que simula grandes operações e campanhas que abrangem regiões inteiras, com duração de dias a meses, envolvendo todas as forças dentro da região ou capazes de influenciá-la.
Político	Jogo de guerra que foca em decisões políticas, militares, econômicas, sociais e psicossociais, incluindo ações como negociação, dissuasão ou diplomacia.
Predefinida	O tempo de duração do jogo de guerra é definido previamente pelos *game designers* ou patrocinadores com base em sua experiência ou expectativas de obtenção de resultados.
Progressão do Tempo	O fluxo de tempo em um jogo de guerra.
Propósito	A razão principal para o *design* de um jogo de guerra.
Rígido	Jogo de guerra que utiliza um conjunto de regras ou tabelas para determinar os resultados dos combates.
Ritmo	A velocidade do relógio em um jogo de guerra. Normalmente corresponde ao tempo real, mas pode ser ajustado para ser mais devagar ou mais rápido.
Seminário	Jogo de guerra que apresenta uma situação aos jogadores, que discutem suas ações e os resultados mais prováveis em um fórum aberto.
Semirrígido	Jogo de guerra que utiliza uma abordagem híbrida, em que juízes usam sua experiência combinada a algumas regras para realizar suas avaliações.
Sistêmico	Jogo de guerra que utiliza regras e procedimentos para determinar os resultados das decisões dos jogadores, baseando-se em métodos matemáticos, comumente apoiado por um sistema computacional.
Tático	Jogo de guerra que foca em batalhas e confrontos diretos, normalmente em espaços de combate reduzidos e intervalos de tempo curtos.

Tabela C.6: Definições dos princípios de Teoria de Jogos incorporados na ontologia das características dos jogos de guerra

Classe	Definição
Assimétrico	Um jogo de guerra no qual os ganhos dos jogadores dependem tanto das estratégias quanto dos próprios jogadores.
Benefício	A soma total dos ganhos distribuídos entre os jogadores em cada arbitragem.
Estratégia	A dependência dos ganhos em relação às estratégias e aos jogadores em um jogo de guerra.
Informação Completa	Um jogo de guerra no qual todos os jogadores têm pleno conhecimento dos movimentos, decisões ou estados anteriores dos demais jogadores.
Informação Imperfeita	Um jogo de guerra no qual os jogadores têm conhecimento limitado ou incompleto dos movimentos anteriores de outros jogadores.
Informação Incompleta	Um jogo de guerra no qual os jogadores têm conhecimento limitado ou incompleto dos movimentos, decisões ou estados anteriores de outros jogadores.
Informação Perfeita	Um jogo de guerra no qual todos os jogadores têm conhecimento dos movimentos anteriores de todos os outros jogadores.
Movimento do Jogador	Determina se os jogadores ou times tomam decisões e escolhem ações de forma sequencial ou simultânea.
Recompensa	O resultado (*payoff*) atribuído às decisões e ações de um jogador, refletindo sucesso, fracasso ou progresso aos objetivos em um jogo de guerra.
Sequencial	Jogadores ou times se alternam para tomar decisões e escolher ações em uma sequência definida.
Simultâneo	Jogadores ou times tomam decisões e escolhem suas ações ao mesmo tempo, sem uma ordem de turno predefinida.
Simétrico	Um jogo de guerra no qual os ganhos dos jogadores dependem apenas das estratégias, desconsiderando os jogadores que as utilizam.
Soma Não Zero	Um jogo de guerra no qual a soma dos ganhos dos jogadores é sempre diferente de zero em cada arbitragem.
Soma Zero	Um jogo de guerra no qual a soma dos ganhos dos jogadores é sempre zero em cada arbitragem.

Tabela C.7: Definições da ontologia do processo de *design* de jogos de guerra.

Classe	**Definição**
Evento	Uma classe pai que define os limites temporais das fases do *design* de um jogo de guerra.
Processo de *Design* de Jogos de Guerra	O processo principal de *design* do jogo de guerra, decomposto estruturalmente em fases, cada uma definida como um evento delimitado no tempo.
Especificação	A fase inicial em que um patrocinador apresenta um problema ao departamento de jogos de guerra. Se aceito, o patrocinador e o grupo de *design* definem o escopo, os objetivos e as restrições do jogo.
Design	O diretor do jogo estabelece o propósito, os objetivos e as principais características, incluindo nível de decisão, formato, número de lados, arbitragem e limites da informação. Os *game designers* definem o cenário, o ambiente, as regras e as unidades de cada lado.
Desenvolvimento	Os desenvolvedores implementam o *design* do jogo de guerra, garantindo sua jogabilidade e alinhamento com os objetivos.
Teste	Os *game designers* e especialistas testam uma versão simplificada do jogo de guerra para avaliar as mecânicas, o fluxo de informações e o tempo do jogo. Os juízes praticam a arbitragem, e os *game designers* refinam o jogo com base nos resultados dos testes.
Planejamento	Os jogadores elaboram um plano com base em uma doutrina específica ou em um conjunto de regras para fins analíticos
Execução	Os jogadores testam um plano para gerar percepções analíticas ou tomam decisões para alcançar os objetivos do jogo.
Análise	Os analistas avaliam os dados coletados durante a execução do jogo de guerra, vinculando as ações dos jogadores aos objetivos para identificar resultados, lições, percepções e conclusões.
Refinamento	Os *game designers* refinam o *design* do jogo de guerra incorporando as lições aprendidas da fase de análise.

Tabela C.8: Definições das ontologias da fase de Especificação de jogos de guerra.

Classe	**Definição**
Analista	Definido na Tabela C.1.
Ambiente	Terreno físico, limites e condições ambientais relevantes que influenciam o cenário.
Avaliação do Problema	Análise do departamento de jogos de guerra sobre a capacidade de um jogo de guerra tratar o problema do patrocinador.
Cenário	Definido na Tabela C.2.
Cronograma	Uma linha do tempo estruturada que descreve a sequência de eventos, fases e alocações de tempo para a execução do jogo de guerra, incluindo a preparação, a jogabilidade e a análise pós-jogo.
Controlador	Definido na Tabela C.1.
Dado	Referente aos dados que sustentam a premissa proposta para um *design* de jogo de guerra.
Departamento de Jogos de Guerra	Definido na Tabela C.1.
Diretor do Jogo	Definido na Tabela C.1.
Duração do Jogo	Uma estimativa da duração do jogo predefinida pelo patrocinador ou grupo de design *durante* a reunião de escopo.
Escopo	Descreve o que o jogo de guerra contemplará, incluindo os objetivos, restrições do cenário, elementos-chave e nível de decisão.
Estabelecido	Cronograma aprovado pelo diretor do jogo e compartilhado com o grupo de *design*.
Fato	Uma premissa confirmada como verdadeira durante uma reunião de escopo.
Finalidade	Define o propósito principal de um jogo de guerra.
Game Designer	Definido na Tabela C.1.
Grupo de *Design*	Um grupo que pertence ao departamento de jogos de guerra designado para conduzir o processo de *design* do jogo de guerra, tratando o problema do patrocinador.
Juiz	Definido na Tabela C.1.
Limitação	Restrição relacionada a fatores como o tempo, recursos, dados disponíveis ou capacidades tecnológicas que devem ser consideradas ao definir o escopo do jogo de guerra.
Membro do Grupo de *Design*	Definido na Tabela C.1.
Modelo	Uma representação abstrata de um sistema, entidade, fenômeno ou processo que sustenta a premissa proposta para o *design* do jogo de guerra.
Objetivo	Definido na Tabela C.2.
Organização	Definido na Tabela C.1.
Patrocinador	Definido na Tabela C.1.
Patrocinador Org	Definido na Tabela C.1.

Tabela C.8: Definições das ontologias da fase de Especificação de jogos de guerra. (Continuação)

Classe	Definição
Patrocinador Pessoa	Definido na Tabela C.1.
Pessoa	Definido na Tabela C.1.
Planejamento do Escopo	Atividade que descreve o propósito, objetivos, premissas e limitações necessárias para o *design* e a execução do jogo de guerra.
Preliminar	Minuta de um cronograma que ainda exige ajustes.
Premissa	Uma condição predefinida sobre o cenário, ambiente, regra ou unidade que é considerada válida para simplificar o *design* e a execução do jogo de guerra.
Problema	Um assunto complexo que motivou o patrocinador a entrar em contato com o departamento de jogos de guerra buscando uma solução.
Produto	Qualquer resultado ou entrega gerada durante o processo de *design* do jogo de guerra, incluindo documentos, relatórios, conjunto de dados, etc.
Questão de Pesquisa	Pergunta específica que determina os principais pontos que o jogo de guerra deve abordar, orientando seus objetivos, cenários e critérios de avaliação.
Regra	Definido na Tabela C.2.
Restrição	Uma condição ou requisito específico que define os limites para um jogo de guerra, influenciando seu *design* e execução.
Restrição de Ambiente	Restrição que afeta o desenvolvimento do ambiente em um *design* de jogo de guerra.
Restrição de Cenário	Restrição que afeta a criação do cenário em um *design* de jogo de guerra.
Restrição de Regra	Restrição que afeta a definição de uma regra em um *design* de jogo de guerra.
Restrição de Unidade	Restrição que afeta a definição de unidades e suas ações em um *design* de jogo de guerra.
Reunião de Escopo	Reunião em que o diretor do jogo e o patrocinador aprovam o escopo do jogo de guerra.
Revisão da Literatura	Pesquisa extensa na literatura que o grupo de *design* conduz para ajudar a definir o escopo e o *design* do jogo de guerra.
Unidade	Uma organização militar estruturada para executar ações específicas dentro de uma Força.
Validação da Premissa	Uma atividade realizada durante a reunião de escopo para confirmar as premissas propostas para o *design* do jogo de guerra.

Tabela C.9: Definições da ontologia da fase de *Design* de jogos de guerra.

Classe	Definição
Ação	Uma ação realizada por unidades como resultado de uma decisão.
Aéreo	A atmosfera desde a superfície até o ponto em que seu impacto nas operações se torna desprezível.
Ambiente	Definido na Tabela C.8.
Analista	Definido na Tabela C.1.
Banco de Dados	Definido na Tabela C.2.
Cenário	Definido na Tabela C.2.
Cibernético	O domínio global de redes de computadores e dados interdependentes, incluindo a Internet, redes de telecomunicações e sistemas computacionais.
Decisão	Definido na Tabela C.3.
Econômico	Recursos e condições financeiras que afetam o cenário e as decisões, tais como limites orçamentários, disponibilidade, logística, capacidade industrial, estabilidade econômica e comércio.
Espacial	A área acima da altitude em que os efeitos atmosféricos sobre unidades aéreas são desprezíveis.
Game Designer	Definido na Tabela C.1.
Informação	Todas as informações disponíveis que os jogadores devem usar para tomar decisões.
Informacional	O fluxo, a disponibilidade e o impacto da informação sobre o cenário e as decisões, incluindo inteligência, guerra cibernética, influência da mídia e desinformação
Infraestrutura	Sistemas físicos e tecnológicos que apoiam operações militares e civis, influenciando o cenário e as decisões, como transporte, energia, comunicação, água, saneamento e serviços essenciais.
Jogador	Definido na Tabela C.2.
Juiz	Definido na Tabela C.1.
Marítimo	Os oceanos, mares, baías, estuários, ilhas, áreas costeiras e o espaço aéreo acima destes, incluindo os litorais.
Membro do Grupo de Design	Definido na Tabela C.1.
Militar	As Forças Armadas e os elementos relacionados ao combate que influenciam o cenário e as decisões, incluindo composição das forças, prontidão, logística, doutrina, comando e tecnologia.
Modelo	Definido na Tabela C.2.
Objetivo	Definido na Tabela C.2.
Pessoa	Definido na Tabela C.1.
Plano	Uma estratégia formulada para os jogadores ou times alcançarem objetivos em um jogo de guerra.
Ponto de Decisão	Um ponto no espaço e no tempo em que o jogador prevê tomar uma decisão crítica em um jogo de guerra.
Político	Condições políticas que influenciam o cenário e as decisões, incluindo políticas governamentais, estabilidade, alianças internacionais, negociações diplomáticas, opinião pública e liderança.
Regra	Definido na Tabela C.2.
Social	Fatores sociais que influenciam o cenário e as decisões, incluindo demografia, opinião pública, moral, cultura, tensões, propaganda e estabilidade social.
Tempo	Fatores temporais que afetam o cenário e as decisões, como a duração do conflito, eventos e prazos para alcançar os objetivos.
Terreno Físico	Características geográficas do campo de batalha que influenciam as ações e a tomada de decisão estratégica em geral.
Terrestre	A área da superfície que termina no nível máximo da maré alta e se sobrepõe ao domínio marítimo no segmento terrestre do litoral.
Time	Grupo de jogadores compondo um Força em um jogo de guerra.
Unidade	Definido na Tabela C.8.

Tabela C.10: Definições das ontologias da fase de *Execução* de jogos de guerra.

Classe	Definição
Ação	Definido na Tabela C.9.
Ação Resultante de Decisão	Ação que caracteriza a tomada de decisão de um jogador em um evento de decisão no jogo de guerra.
Alternativa	Definido na Tabela C.4.
Ambiente	Definido na Tabela C.9.
Analista	Definido na Tabela C.1.
Arbitragem	Definido na Tabela C.5.
Banco de Dados	Definido na Tabela C.2.
Cenário	Definido na Tabela C.2.
Coleta de Dados	Atividades para registrar as informações relevantes durante o jogo, incluindo decisões dos jogadores, movimentos das unidades, eventos do cenário e resultados de interações, para posterior análise.
Controlador	Definido na Tabela C.1.
Decisão	Definido na Tabela C.4.
Deliberação	Refere-se ao debate entre os jogadores em torno da tomada de decisão.
Diretor do Jogo	Definido na Tabela C.1.
Doutrina	Definido na Tabela A.1.
Evento de Decisão	Definido na Tabela C.4.
Facilitador	Definido na Tabela C.1.
Informação	Definido na Tabela C.9.
Jogador	Definido na Tabela C.1.
Jogador Experiência	Conhecimento adquirido anteriormente por um jogador que subsidiará sua tomada de decisão.
Jogador Intenção	Predisposição de um jogador em escolher uma dentre as alternativas para a tomada de decisão.
Jogador Humano	Definido na Tabela C.1.
Juiz	Definido na Tabela C.1.
Juiz Experiência	Conhecimento adquirido anteriormente por um juiz que subsidiará o seu julgamento das interações em um evento de decisão.
Juiz Intenção	Predisposição de um juiz para julgar um evento de decisão.
Linha de Ação	Definido na Tabela A.1.
Localização	Posição geográfica nas unidades no ambiente do jogo de guerra que pode ser atualizada ao longo do tempo.
Modelo	Definido na Tabela C.2.
Narrativa	Definido na Tabela C.3.
Objetivo	Definido na Tabela C.2.
Pessoa	Definido na Tabela C.1.
Plano	Definido na Tabela C.9.
Ponto de Decisão	Definido na Tabela C.9.
Regra	Definido na Tabela C.2.
Relógio	Instrumento que controla a progressão do tempo em um jogo de guerra, incluindo a marcha (ritmo) ou duração dos turnos.
Situação Atual	O estado geral do jogo de guerra no momento presente da execução, incluindo a posição das unidades, o progresso no cumprimento dos objetivos e atualização do cenário.
Situação Futura	Estado previsto para o jogo, com base nas decisões dos jogadores.
Situação Passada	Estado previamente registrado do jogo, que representa eventos anteriores.
Time	Definido na Tabela C.9.
Tomada de Decisão	Definido na Tabela C.4.
Unidade	Definido na Tabela C.8.

Tabela C.11: Definições da ontologia da fase de Análise de jogos de guerra.

Classe	**Definição**
Ação	Definido na Tabela C.9.
Alternativa	Definido na Tabela C.4.
Análise	Definido na Tabela C.2.
Analista	Definido na Tabela C.1.
Aprendizado	Definido na Tabela C.3.
Cenário	Definido na Tabela C.2.
Conclusão	As interpretações obtidas a partir dos resultados, destacando lições aprendidas, percepções, limitações ou assuntos relevantes para o problema do patrocinador.
Decisão	Definido na Tabela C.4.
Diretor do Jogo	Definido na Tabela C.1.
Jogador	Definido na Tabela C.1.
Jogador Experiência	Definido na Tabela C.10.
Jogador Humano	Definido na Tabela C.1.
Narrativa	Definido na Tabela C.3.
Objetivo	Definido na Tabela C.2.
Objetivo Atingido	As metas previamente definidas que foram alcançadas durante o jogo de guerra, comprovando que as mecânicas possibilitam alcançá-las.
Objetivo Não Atingido	As metas previamente definidas que não foram alcançadas durante o jogo de guerra, evidenciando falhas, lacunas ou impedimentos que afetaram seu cumprimento.
Patrocinador	Definido na Tabela C.1.
Pessoa	Definido na Tabela C.1.
Ponto de Decisão	Definido na Tabela C.9.
Relatório	Documento entregue ao patrocinador, que foi produzido na fase análise, reunindo os resultados, conclusões e lições aprendidas em um jogo de guerra.
Resultado	Os efeitos observados durante a execução do jogo de guerra, expressos em termos de ações realizadas, decisões tomadas, interações entre jogadores e desfechos produzidos pelas regras e pela arbitragem.
Tomada de Decisão	Definido na Tabela C.4.
Unidade	Definido na Tabela C.8.

Apêndice D

Estereótipos da OntoUML

As Tabelas D.1 a D.4 definem os estereótipos utilizados nesta pesquisa para representar as classes e relacionamentos da OntoUML (ALMEIDA *et al.*, 2019; FONSECA *et al.*, 2019; GUIZZARDI, 2006a; GUIZZARDI *et al.*, 2022). A Tabela D.5 já ilustra como a OntoUML define estereótipos e restrições da UML para definir hierarquias de subclasses (OMG, 2017).

Tabela D.1: Estereótipos das classes da UFO-A na OntoUML.

Classe	**Definição**
Kind	Atribui princípios uniformes de individualidade, identidade e persistência a suas instâncias.
Subkind	Representa uma especialização de um provedor de identidade.
Role	Subtipo de um provedor de identidade que é instanciado em contextos relacionais.
Phase	Subtipo de um provedor de identidade que é instanciado devido a alterações em suas propriedades intrínsecas em um determinado momento.
Mode	Indivíduo que é existencialmente dependente de seu portador (*bearer*) e é uma propriedade intrínseca com um valor não estruturado.
Quality	Indivíduo que é existencialmente dependente de seu portador (*bearer*) e é uma propriedade intrínseca com um valor estruturado.
Relator	Indivíduo que evidencia dependências relacionais que não podem ser representadas como uma associação direta entre outros indivíduos.
Category	Reúne propriedades essenciais para indivíduos que seguem diferentes princípios de identidade.
Mixin	Descreve indivíduos com princípios de identidade diferentes.
RoleMixin	Equivalente a classe *Role* para tipos que reúnem instâncias com princípios de identidade diferentes.

Tabela D.2: Estereótipos dos relacionamentos da UFO-A na OntoUML.

Relacionamento	**Definição**
Characterization	Relação de inerência que conecta um momento intrínseco (classe *Quality* ou *Mode*) ao seu portador (*bearer*).
ComponentOf	Relação de parte-todo que expressa uma dependência funcional entre dois tipos.
ExternalDependence	Vincula uma classe *Mode* externamente dependente a um indivíduo do qual suas instâncias dependem.
HistoricalDependence	Relação externa que expressa uma dependência histórica entre dois indivíduos.
Material	Relação que conecta os indivíduos que mediam uma classe *Relator*.
Mediation	Relação de dependência existencial que conecta um *Relator* a um indivíduo que o compõe.

Tabela D.3: Estereótipos das classes da UFO-B na OntoUML.

Classe	**Definição**
Event	Uma classe cujas instâncias são eventos que ocorrem no tempo e dependem de indivíduos para existir.
HistoricalRole	O papel que um indivíduo assume como resultado de ter participado de um evento.
HistoricalRoleMixin	Equivalente à classe *HistoricalRole* para um indivíduo que agrega instâncias com diferentes princípios de identidade.

Tabela D.4: Estereótipos dos relacionamentos da UFO-B na OntoUML.

Relacionamento	**Definição**
Participation	Expressa que um evento é uma manifestação de uma disposição do indivíduo participante.
Creation	Tipo de relação *Participation* que representa a criação de um indivíduo em um evento.
Participational	Uma relação de parte-todo que expressa a decomposição de um evento em partes.
HistoricalDependence	Indica uma dependência histórica entre dois eventos.

Tabela D.5: Estereótipos dos relacionamentos de generalização na OntoUML.

Relacionamento	**Definição**
Disjoint	Uma instância pertence a apenas uma subclasse por vez.
Overlapping	Uma instância pertence a múltiplas subclasses simultaneamente.
Complete	Toda instância da superclasse deve pertencer a, no mínimo, uma subclasse.
Incomplete	Algumas instâncias da superclasse podem não pertencer a nenhuma subclasse.

Apêndice E

Definição das classes do modelo do Confronto

A tabela E.1 apresenta as definições de todas as classes contidas no modelo conceitual do Confronto para registrar a proveniência dos dados no jogo.

Tabela E.1: Definições das classes do modelo conceitual do Confronto

Classe	**Definição**
Ação	Lista de ações que as unidades podem empreender. Estas foram definidas numa pesquisa complementar à tese (OURIQUES *et al.*, 2021).
Alternativa	Opções disponíveis para o EM apresentar ao seu Cmt em um movimento de um turno.
Arbitragem	Julgamento do Cmt em relação às ações propostas pelo EM.
Confronto	Análise realizada em um planejamento para confrontar uma LA diante de uma Psb Ini, visando aprimorar a LA.
Confronto_Movimento	Intenções de movimento, que se alternam entre a força amiga (Azul) e o inimigo (Vermelho), para atualizar as localizações das unidades e orientar suas ações.
Confronto_Turno	Intervalos de tempo simulados que estruturam um Confronto.
Decisão	A escolha deliberada do Cmt por uma alternativa entre as opções disponíveis, com base em informações, crenças ou intenções.
Emprego_Confronto	Registra o emprego das unidades no contexto do Confronto.
Emprego_LA	Registra o emprego das unidades no contexto da linha de ação.
Estado-Maior	Grupo de militares e civis que assessoram um comandante (ou um chefe). Mesma definição da Tabela A.1.
Linha_de_Ação	Uma sequência de ações para cumprir uma missão, a partir da qual um plano é formulado. Mesma definição da Tabela A.1.
LA_Elem	Fases, pontos decisivos, efeitos e ações que descrevem a LA na linha do tempo.
Localização_Confronto	Registra as localizações das unidades nos movimentos do Confronto.

Tabela E.1: Definições das classes do modelo conceitual do Confronto. (Continuação)

Classe	**Definição**
Localização_LA	Registra as localizações das unidades no contexto da LA.
Método_Condução	Lista os métodos de condução do Confronto que o jogo contempla por enquanto: fases e pontos decisivos.
Objetivo	Uma meta claramente definida que o planejamento busca atingir para cumprir a missão.
Planejamento	Ato ou efeito de idealizar e fixar, com maior ou menor grau de detalhes, a ação, operação ou atividade a ser realizada, por meio da determinação e ordenação de um conjunto de ações que permitem atingir certo objetivo. Mesma definição da Tabela A.1.
Tipo_LA_Elem	Lista os tipos de elementos que detalham a linha de ação: fases, pontos decisivos, efeitos e ações.
Unidade	Uma organização militar estruturada para executar ações específicas dentro de uma Força. Mesma definição da Tabela C.8.

Apêndice F

Método de Avaliação MEEGA+

As Tabelas F.1, F.2 e F.3 apresentam as afirmativas do MEEGA+ (PETRI *et al.*, 2019), método de avaliação utilizado na pesquisa para avaliar o jogo sério do Confronto, para as seguintes dimensões de avaliação do jogo: usabilidade, experiência do usuário e motivação ao aprendizado.

Tabela F.1: Afirmativas referentes à dimensão da usabilidade

Subdimensão	**Item**	**Descrição**
Estética	1	O design do jogo é atraente (interface, gráficos, tabuleiro, cartas, etc.).
	2	Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.
Aprendizibilidade	3	Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.
	4	Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim.
	5	Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.
Operabilidade	6	Eu considero que o jogo é fácil de jogar.
	7	As regras do jogo são claras e compreensíveis.
Acessibilidade	8	As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.
	9	As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.
	10	O jogo permite personalizar a aparência (fonte e/ou cor) conforme a minha necessidade.
Proteção contra erros do usuário	11	O jogo me protege de cometer erros.
	12	Quando eu cometo um erro é fácil de me recuperar rapidamente.

Tabela F.2: Afirmativas referentes à dimensão da experiência do usuário

Subdimensão	Item	Descrição
Confiança	13	Quando olhei pela primeira vez o jogo, eu tive a impressão de que seria fácil para mim.
	14	A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.
Desafio	15	Este jogo é adequadamente desafiador para mim.
	16	O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.
	17	O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).
Satisfação	18	Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.
	19	É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.
	20	Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.
	21	Eu recomendaria este jogo para meus colegas.
Interação social	22	Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo.
	23	O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.
	24	Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.
Diversão	25	Eu me diverti com o jogo.
	26	Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição, etc.) que me fez sorrir.

Tabela F.3: Afirmativas referentes à dimensão da motivação ao aprendizado

Subdimensão	Item	Descrição
Atenção focada	27	Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.
	28	Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.
	29	Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.
Relevância	30	O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.
	31	É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.
	32	O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina.
Aprendizagem percebida	33	Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).
	34	O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.
	35	O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.

Apêndice G

Resultados da avaliação quantitativa do jogo do Confronto

Este anexo apresenta os resultados da avaliação quantitativa do artefato projetado no quarto ciclo de DS da pesquisa, o protótipo do jogo sério do Confronto, com base nos gráficos gerados a partir das respostas dos participantes.

As Figuras G.1 à G.12 ilustram os resultados da avaliação da usabilidade do jogo pelos participantes.

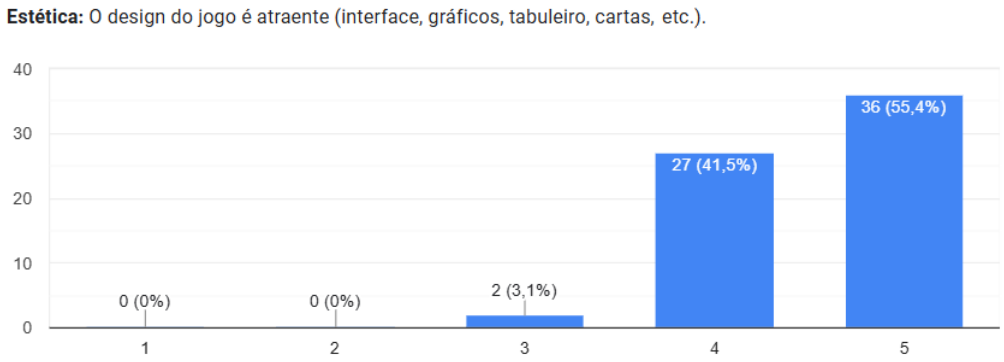

Figura G.1: Resultado da avaliação da estética dos elementos do jogo

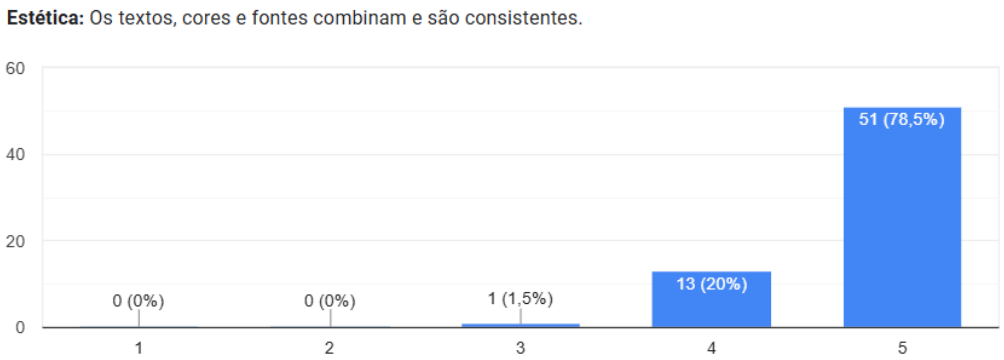

Figura G.2: Resultado da avaliação da estética dos textos, cores e fontes do jogo

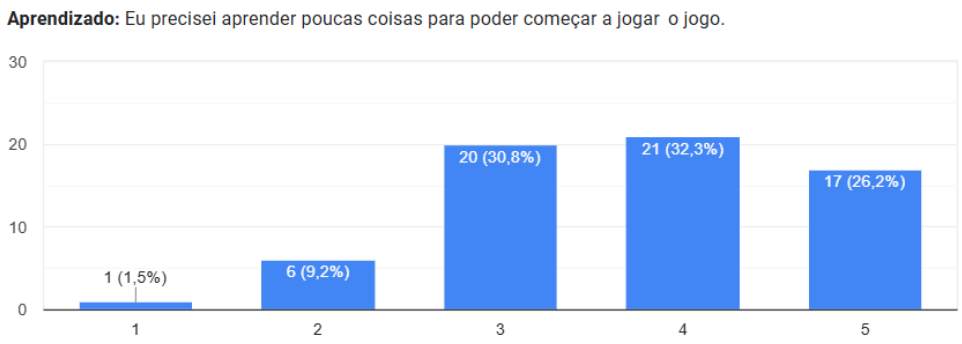

Figura G.3: Resultado da avaliação da necessidade de aprendizado para jogá-lo

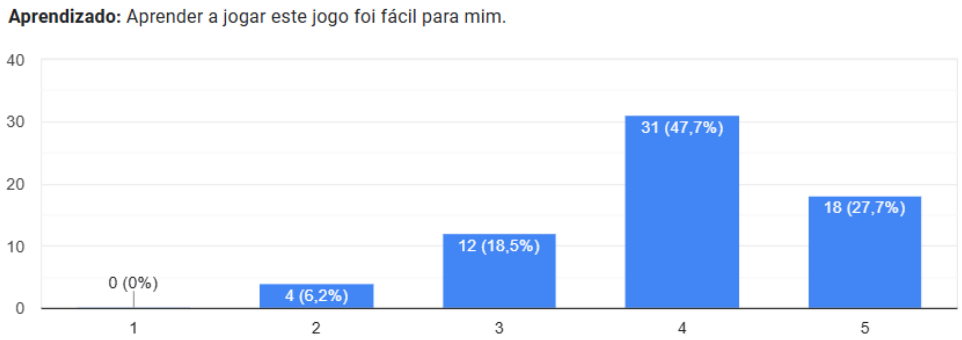

Figura G.4: Resultado da avaliação da facilidade de aprender o jogo

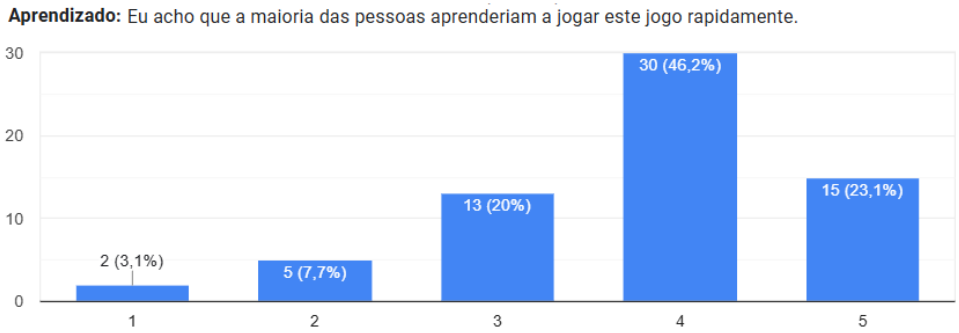

Figura G.5: Resultado da avaliação da percepção da facilidade para as pessoas aprenderem o jogo

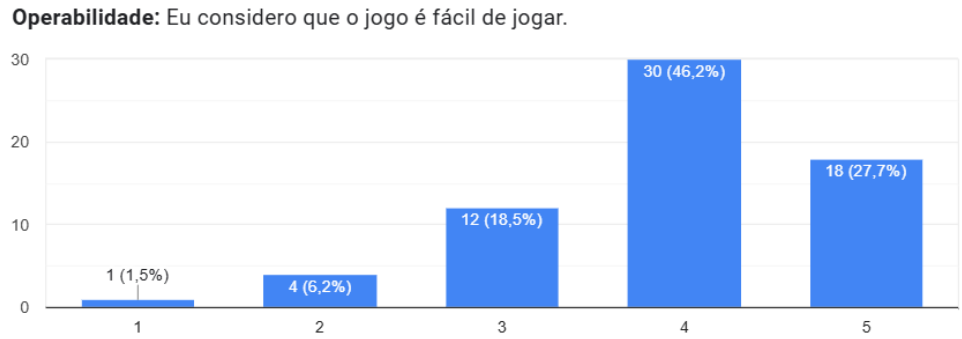

Figura G.6: Resultado da avaliação da percepção do jogo em referente à facilidade de jogá-lo

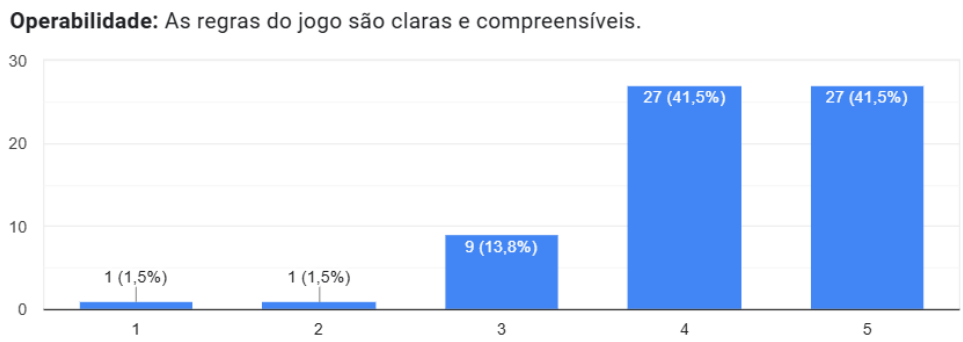

Figura G.7: Resultado da avaliação da compreensão das regras do jogo

Figura G.8: Resultado da avaliação das fontes utilizadas nos textos do jogo

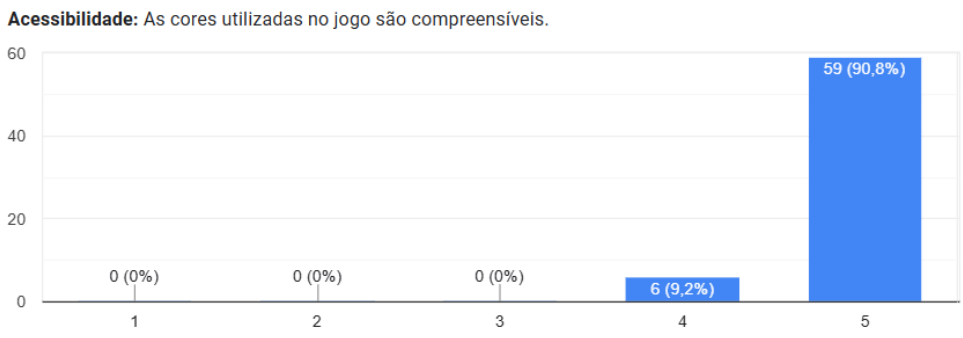

Figura G.9: Resultado da avaliação das cores utilizadas no jogo

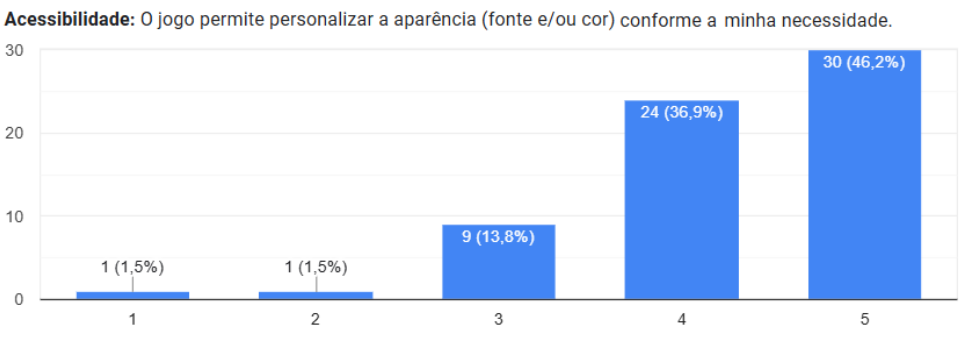

Figura G.10: Resultado da avaliação da possibilidade de personalizar a aparência do jogo

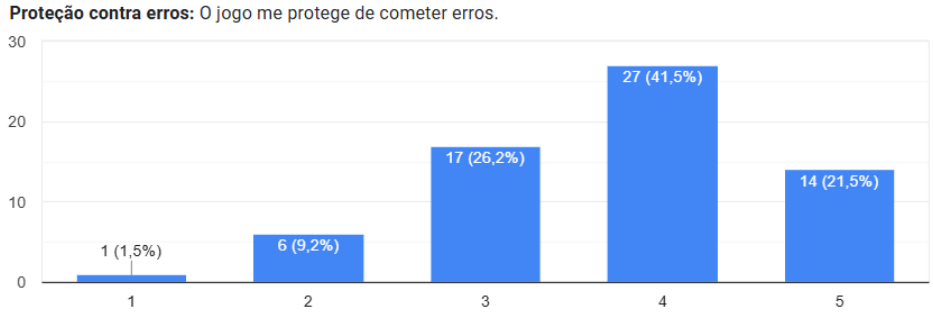

Figura G.11: Resultado da avaliação da capacidade do jogo proteger os jogadores de cometerem erros.

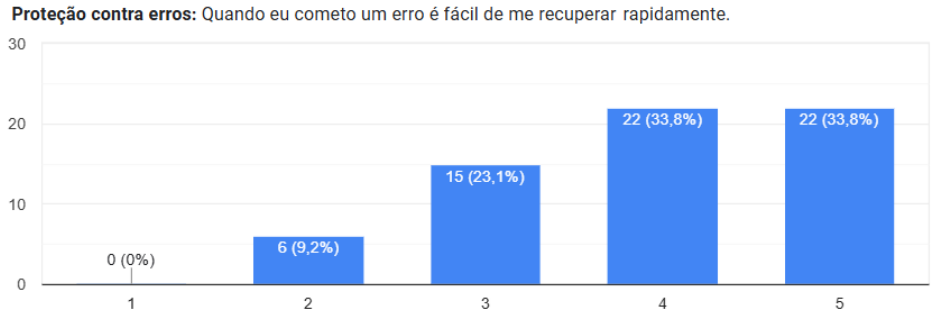

Figura G.12: Resultado da avaliação da facilidade de os jogadores se recuperarem após cometerem um erro

As Figuras G.13 a G.26 ilustram os resultados da avaliação da experiência do usuário (jogador) com o jogo.

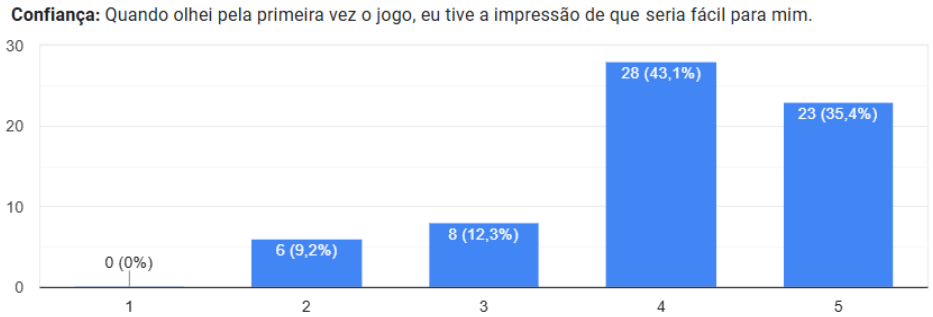

Figura G.13: Resultado da primeira impressão do jogo em relação à confiança

Figura G.14: Resultado da confiança do aprendizado em relação à organização do conteúdo

Figura G.15: Resultado da avaliação do desafio que o jogo oferece

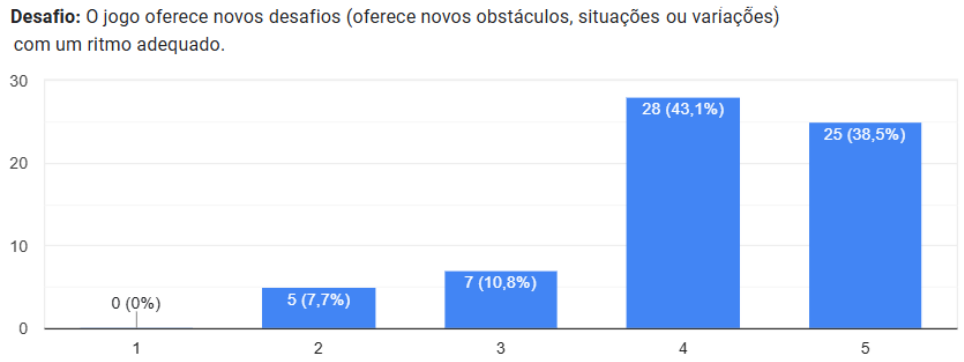

Figura G.16: Resultado que avalia o ritmo dos desafios que o jogo oferece

Figura G.17: Resultado que avalia se o jogo se torna monótono

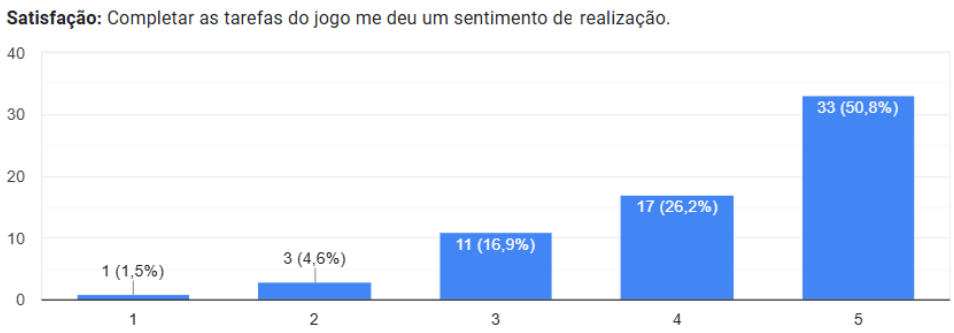

Figura G.18: Resultado que avalia a realização que cumprir as tarefas do jogo proporciona

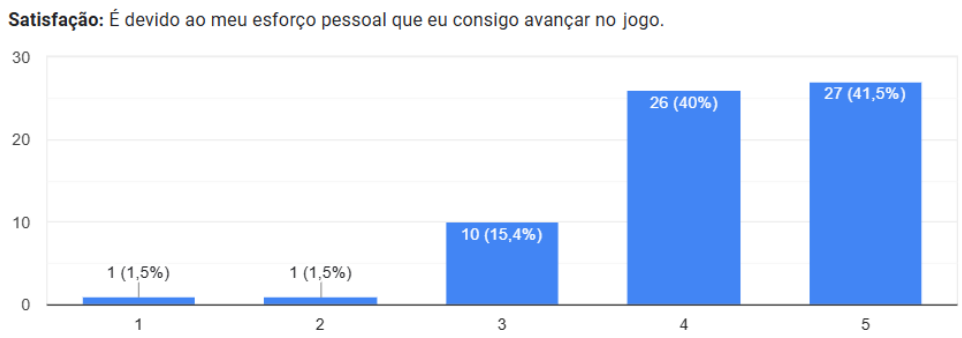

Figura G.19: Resultado que avalia se o próprio esforço do jogador lhe permitiu avançar no jogo

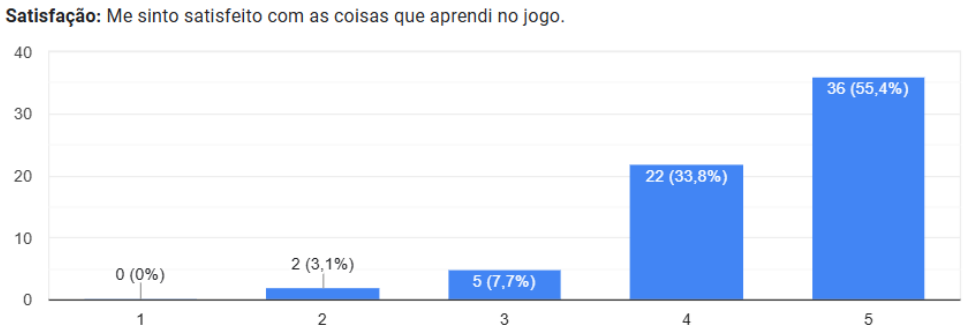

Figura G.20: Resultado que avalia a satisfação do jogador com seu aprendizado no jogo

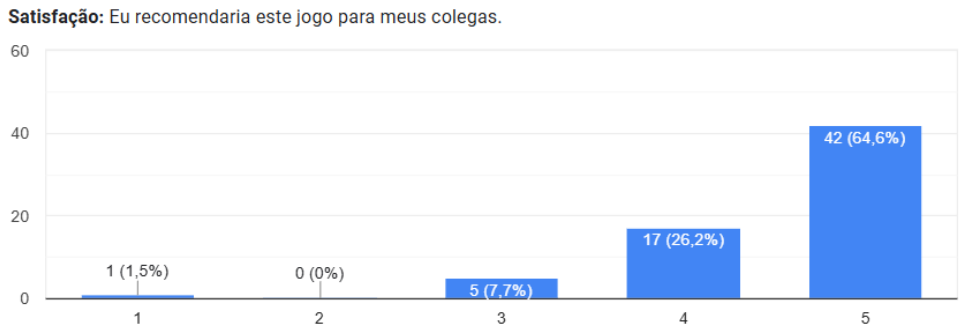

Figura G.21: Resultado que avalia se o jogador recomendaria o jogo para seus colegas

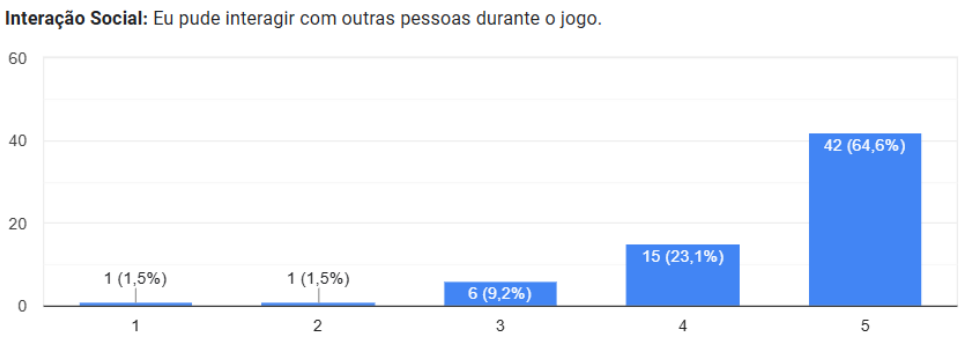

Figura G.22: Resultado que avalia a possibilidade de interação com outros jogadores

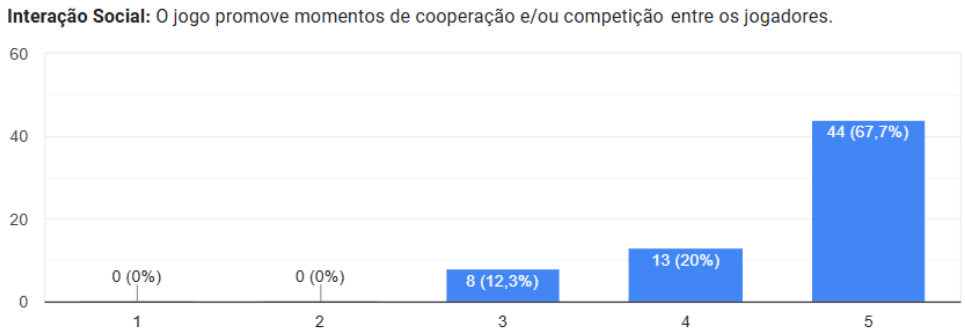

Figura G.23: Resultado que avalia a possibilidade de cooperação ou competição entre os jogadores

Figura G.24: Resultado que avalia como os jogadores se sentiram ao interagir entre si

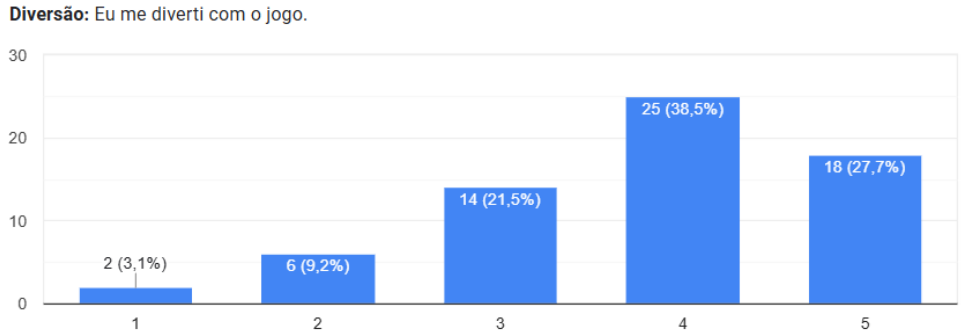

Figura G.25: Resultado da avaliação da diversão proporcionada pelo jogo

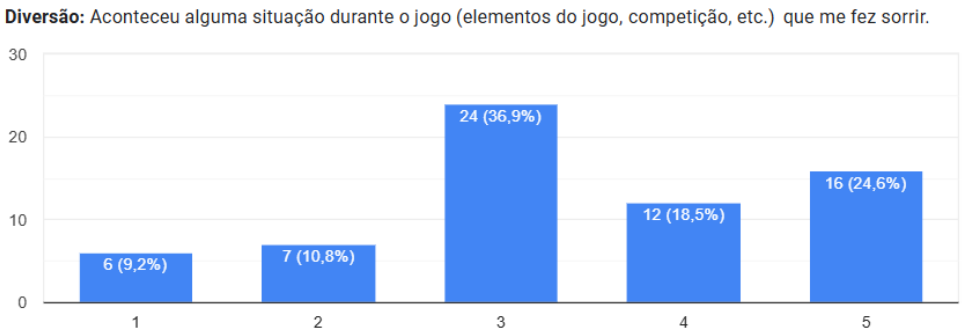

Figura G.26: Resultado que avalia se os jogadores sorriram durante o jogo

As Figuras G.27 a G.35 ilustram os resultados da avaliação da motivação dos jogadores para o aprendizado.

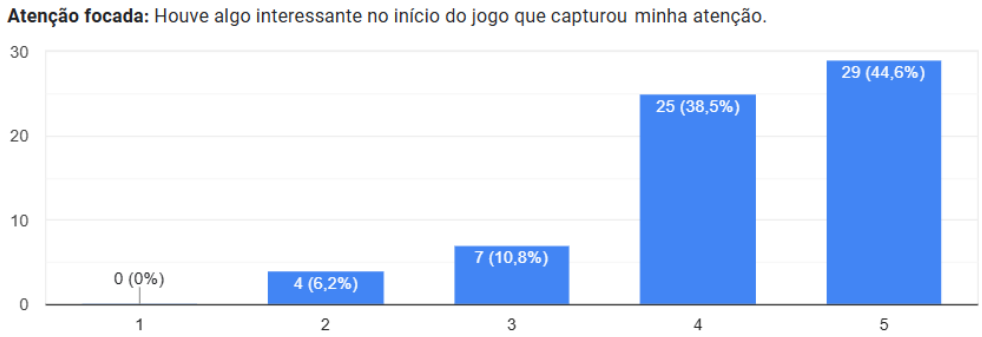

Figura G.27: Resultado que avalia se o jogo inicialmente capturou a atenção dos jogadores

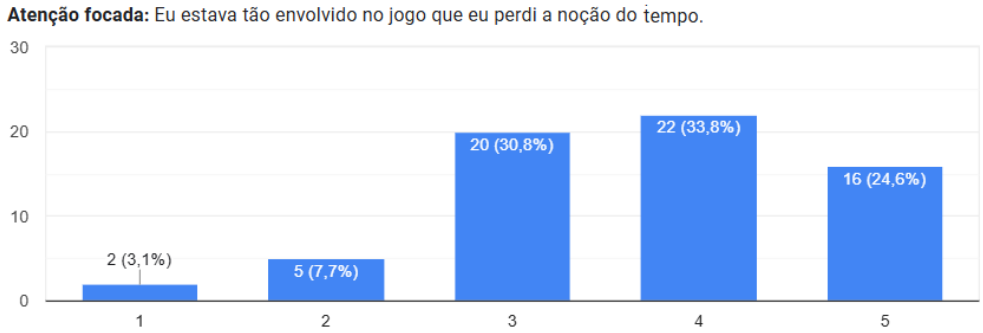

Figura G.28: Resultado da avaliação do envolvimento dos jogadores com o jogo

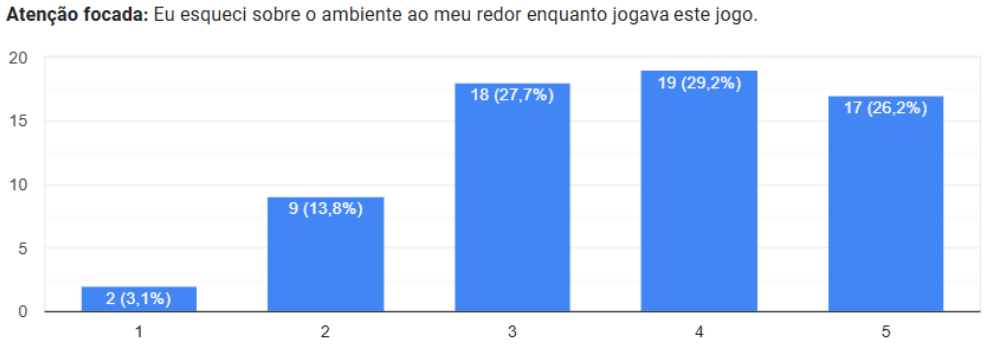

Figura G.29: Resultado da avaliação da imersão dos jogadores no jogo

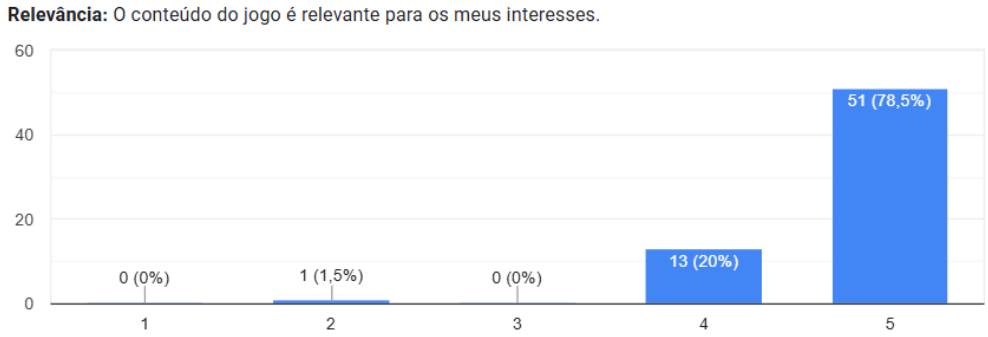

Figura G.30: Resultado da avaliação da relevância do jogo

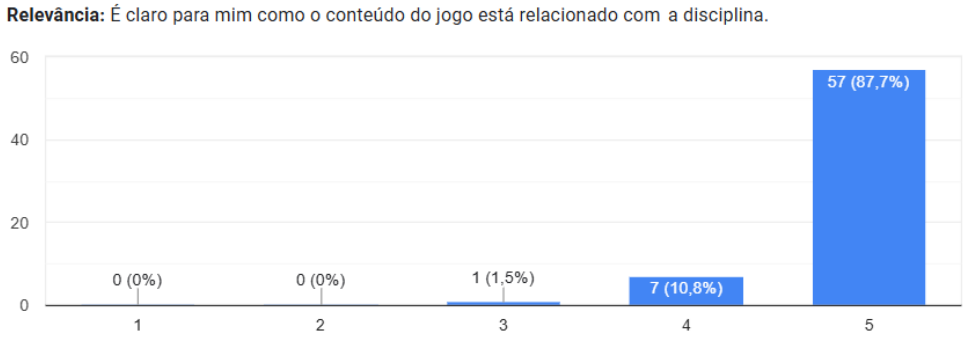

Figura G.31: Resultado que avalia a associação do conteúdo do jogo a disciplina de planejamento militar

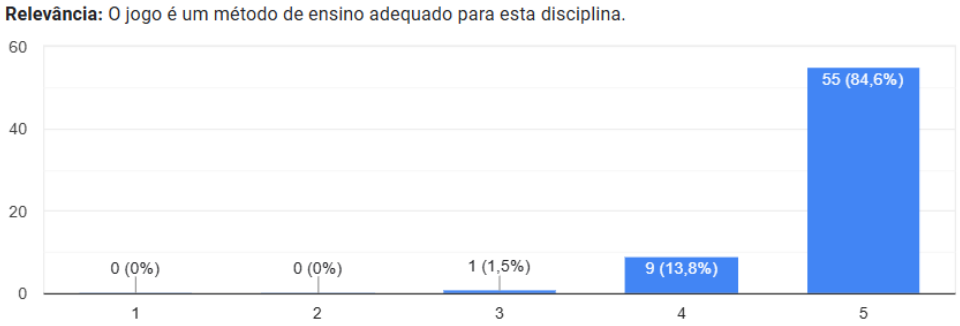

Figura G.32: Resultado da adequabilidade do jogo como um método de ensino para a disciplina

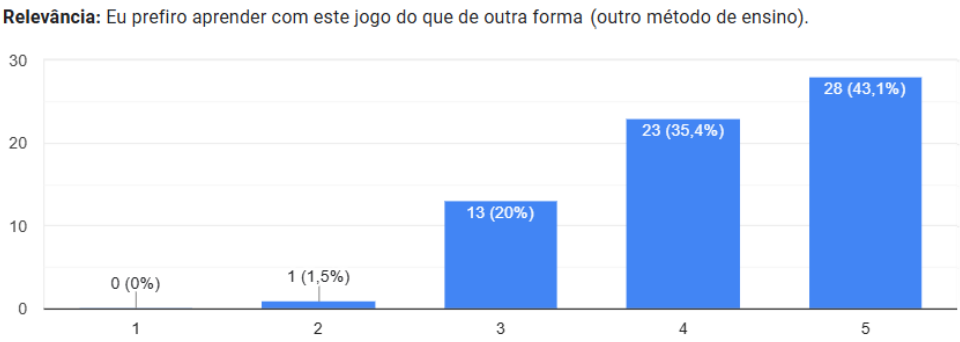

Figura G.33: Resultado da avaliação da preferência dos jogadores pelo método de aprendizado

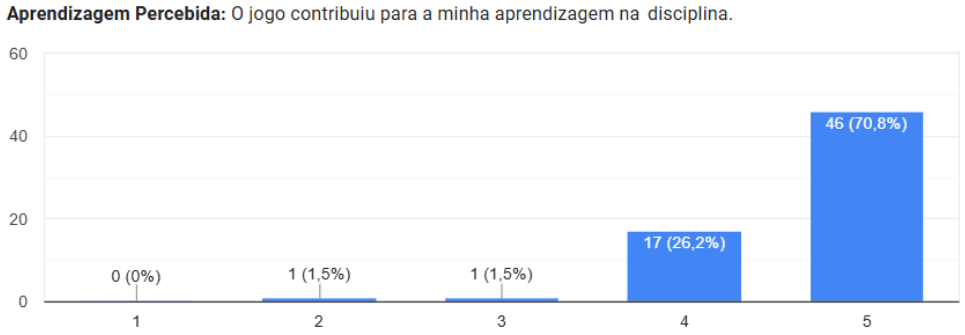

Figura G.34: Resultado da avaliação da contribuição do jogo para o aprendizado da disciplina

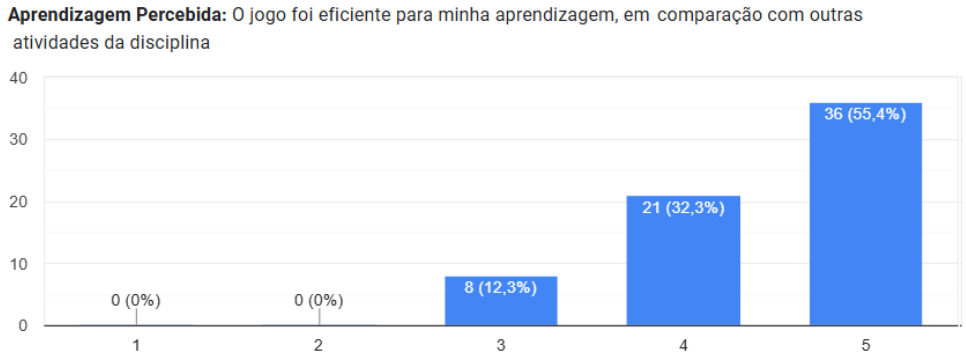

Figura G.35: Resultado da avaliação da eficiência do jogo para o aprendizado da disciplina comparado a outras atividades