



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO

BRUNA MOTA BARBOSA

**Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de
Jogos: Um Framework de Engenharia
de Requisitos para Jogos Sérios na Área
da Saúde**

Goiânia
2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Bruna Mota Barbosa

3. Título do trabalho

Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de Jogos: Um Framework de Engenharia de Requisitos para Jogos Sérios na Área da Saúde

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Teixeira De Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 25/05/2026, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna Mota Barbosa, Discente**, em 25/05/2026, às 17:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6219206** e o código CRC **7F5F42CD**.

BRUNA MOTA BARBOSA

Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de Jogos: Um Framework de Engenharia de Requisitos para Jogos Sérios na Área da Saúde

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciência da Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Sistemas de Computação.

Orientador: Prof. Sérgio Teixeira Carvalho

Coorientadora: Profa. Luciana de Oliveira Berretta

Goiânia
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Barbosa, Bruna Mota

Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de Jogos: Um Framework de Engenharia de Requisitos para Jogos Sérios na Área da Saúde [manuscrito] = From Clinical Requirements to Game Mechanics: A Requirements Engineering Framework for Serious Games for Health / Bruna Mota Barbosa. - 2026. CXXII, 122 f.: 2026

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira Carvalho; co-orientadora: Dra. Luciana de Oliveira Berretta

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Goiânia, 2026.

Apêndice.

Bibliografia.

Inclui: lista de figuras, lista de tabelas.

1. Jogos Sérios. 2. Engenharia de Requisitos. 3. Saúde. 4. Governança de Software.

I. Teixeira Carvalho, Sérgio, orient. II. de Oliveira Berretta, Luciana, co-orient. III. Título.

CDU 004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE INFORMÁTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 7 da sessão de Defesa de Dissertação de **Bruna Mota Barbosa**, que confere o título de Mestra em Ciência da Computação, na área de concentração em Ciência da Computação.

Aos cinco dias do mês de maio de dois mil e vinte e seis, a partir das dez horas, no lab. 250 do INF, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de Jogos: Um Framework de Engenharia de Requisitos para Jogos Sérios na Área da Saúde**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Sérgio Teixeira de Carvalho (INF/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Luciana de Oliveira Berretta (INF/UFG), coorientadora; Professor Doutor André Luiz Brandão (UFABC), membro titular externo; e Professor Doutor Cássio Leonardo Rodrigues (INF/UFG), membro titular externo. A participação do professor André Luiz Brandão ocorreu por meio de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Sérgio Teixeira de Carvalho, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos cinco dias do mês de maio de dois mil e vinte e seis.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Teixeira De Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 05/05/2026, às 12:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Luiz Brandão, Usuário Externo**, em 05/05/2026, às 12:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana De Oliveira Berretta, Professora do Magistério Superior**, em 05/05/2026, às 12:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cassio Leonardo Rodrigues, Professor do Magistério Superior**, em 05/05/2026, às 12:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna Mota Barbosa, Discente**, em 05/05/2026, às 12:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6159675** e o código CRC **BE070444**.

Referência: Processo nº 23070.018277/2026-16

SEI nº 6159675

Dedico este trabalho a todos aqueles que, apesar dos desafios, defendem a universidade pública brasileira como um espaço de excelência, zelando pela democratização do conhecimento e pela perpetuação do ensino gratuito de qualidade em nosso país.

Agradecimentos

Aos meus pais, pelo apoio incondicional e por serem o alicerce de todas as minhas conquistas. Sem o incentivo e o sacrifício de vocês, este caminho teria sido impossível de percorrer.

Aos meus avós, que acreditaram em mim e no meu potencial desde o primeiro dia. Obrigada pelo carinho que recebo de vocês desde sempre e por serem a minha maior referência de resiliência e sabedoria.

Aos meus primos, Júlia, Sylvia e Victor, pelo amor que sempre me deram e por sempre acreditarem em mim. A torcida e o afeto constante de vocês foram um porto seguro e tornaram esta caminhada muito mais especial.

À minha terapeuta, Letícia, um agradecimento especial por me auxiliar a manter o equilíbrio e a clareza mental durante este ciclo. Sua escuta atenta e orientação foram fundamentais para que eu atravessasse os momentos de desafio com mais serenidade.

Aos meus orientadores, Prof. Sérgio e Prof^a. Luciana, meu agradecimento mais profundo. Obrigada pelo carinho, pelo apoio e, acima de tudo, pelo acolhimento. Agradeço pela confiança depositada neste trabalho, por sempre acreditarem em minha capacidade, pelas críticas precisas, pela paciência durante as reuniões e por me guiarem para sempre ir além.

Aos meus colegas e amigos da UFJ, Ludmila, Cristiane, Mariza, Daniel, Thomaz, Willian, Franciny e Joslaine, meu muito obrigada. Vocês me apoiaram imensamente em cada passo da minha jornada acadêmica e na docência. Foram os grandes responsáveis não apenas por me inspirarem a seguir esse caminho e me apaixonar pelo ensino, pela pesquisa e pela extensão, mas também por me fazerem compreender, na essência, que a educação é e deve ser para todos.

Aos meus colegas e amigos do LabJIS, agradeço imensamente pela parceria e pela companhia. Um agradecimento mais que especial ao Pedro, à Dani, ao Mikael, ao Carlos e ao Thiago, que não me deixaram desistir nos momentos difíceis e tornaram tudo mais legal neste processo. Compartilhar o café e o conhecimento com vocês tornou a jornada acadêmica muito mais leve e divertida.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta pesquisa se tornasse realidade.

A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem.

Paulo Freire,
Educação como prática da liberdade, 1999.

Resumo

Barbosa, Bruna. **Dos Requisitos Clínicos à Mecânica de Jogos: Um Framework de Engenharia de Requisitos para Jogos Sérios na Área da Saúde.** Goiânia, 2026. 122p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás (UFG).

O desenvolvimento de Jogos Sérios (JS) para a Saúde exige um equilíbrio complexo entre o engajamento lúdico e a eficácia clínica. Entretanto, a literatura e o estado da arte revelam que muitas dessas soluções são construídas de forma ad hoc, carecendo de governança, documentação estruturada e rastreabilidade entre as funcionalidades lúdicas e os protocolos de saúde. Esta dissertação propõe um framework de Engenharia de Requisitos para JS para a saúde, fundamentado no modelo de maturidade CMMI e na metodologia de Engenharia de Requisitos de Wiegers e Beatty. A abordagem estrutura-se na tríade Pessoas, Processos e Produtos, com o uso de artefatos que dão suporte ao rigor metodológico, como o Estudo de Viabilidade Técnica e a Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM), que vincula necessidades clínicas a mecânicas de jogo e critérios de aceitação (KPIs). A aplicabilidade do framework é validada por meio de um estudo de caso focado no Transtorno do Espectro Autista (TEA) em adultos. Os resultados demonstram que a transição para um fluxo de engenharia auditável e iterativo reduz riscos técnicos, facilita a comunicação multidisciplinar e garante a integridade do propósito clínico no produto final.

Palavras-chave

Jogos Sérios, Engenharia de Requisitos, Saúde, Governança de Software.

Abstract

Barbosa, Bruna. **From Clinical Requirements to Game Mechanics: A Requirements Engineering Framework for Serious Games for Health**. Goiânia, 2026. 122p. MSc. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás (UFG).

The development of Serious Games for healthcare (SGH) requires a complex balance between playful engagement and clinical effectiveness. However, the literature and state-of-the-art reveal that many of these solutions are built ad hoc, lacking governance, structured documentation, and traceability between playful functionalities and healthcare protocols. This dissertation proposes a Requirements Engineering framework for SGH, based on the CMMI maturity model and the Wiegers and Beatty Requirements Engineering methodology. The approach is structured around the triad of People, Processes, and Products, using artifacts that support methodological rigor, such as the Technical Feasibility Study and the Requirements Traceability Matrix (RTM), which links clinical needs to game mechanics and acceptance criteria (KPIs). The applicability of the framework is validated through a case study focused on Autism Spectrum Disorder (ASD) in adults. The results demonstrate that transitioning to an auditable and iterative engineering workflow reduces technical risks, facilitates multidisciplinary communication, and ensures the integrity of clinical purpose in the final product.

Keywords

Serious Games, Requirements Engineering, Health, Software Governance

Sumário

Lista de Figuras	16
Lista de Tabelas	17
1 Introdução	18
1.1 Motivação	18
1.2 Objetivos	21
1.3 Metodologia	22
1.4 Organização do Texto	23
2 Fundamentação Teórica	24
2.1 Jogos Sérios para Saúde	24
2.2 Engenharia de Requisitos	25
2.3 Requisitos de <i>Software</i> em Jogos Digitais	26
2.4 Design Participativo	27
2.5 Considerações Finais	28
3 Antecedentes e Pressupostos	29
3.1 Revisão Sistemática da Literatura	29
3.1.1 Condução da Revisão	29
3.1.2 Critérios de Elegibilidade	30
3.1.3 Estratégia de Busca	31
3.1.4 Condução da Revisão	33
3.1.5 Resultados	34
Análise Quantitativa	34
Análise Qualitativa	34
3.1.6 Discussão dos Resultados e Síntese da RSL	36
3.2 <i>Framework de Karl Wieggers e Joy Beatty (2013)</i>	39
3.3 Governança e Maturidade no Desenvolvimento de Software para Saúde	40
3.4 O Papel e a Classificação dos Frameworks na Engenharia de Software	41
3.5 DiagnosTEA: Antecedentes e Limitações do Desenvolvimento <i>Ad hoc</i>	43
3.6 Trabalhos Relacionados	44
3.6.1 Posicionamento do Trabalho	45
3.7 Considerações Finais	46

4	<i>Framework</i> para a Engenharia de Requisitos de Jogos Sérios para a Saúde	48
4.1	Visão Geral e Arquitetura do <i>Framework</i>	48
4.2	Estrutura Operacional do <i>Framework</i>	50
4.2.1	Definição de <i>Stakeholders</i>	51
4.2.2	Execução dos Processos de Engenharia de Requisitos	52
	Fase 1: Elicitação	53
	Fase 2: Análise	53
	Fase 3: Especificação	54
	Fase 4: Validação	54
4.2.3	Instrumentalização da Robustez: Documentação de Requisitos e Artefatos de Suporte	54
	1. Perfis de <i>Stakeholders</i>	56
	2. Requisitos de Negócio:	56
	3. Requisitos de <i>Stakeholders</i>	56
	4. Regras de Negócios (Protocolos Clínicos)	57
	5. Estudo de Viabilidade Técnica e Priorização	57
	6. <i>Game Design Document</i> Séri	57
	7. Especificação de Requisitos de Software	58
	8. <i>Key Performance Indicators</i>	58
	9. Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)	59
4.3	Considerações finais	60
5	Estudo de Caso	62
5.1	Pessoas - <i>Stakeholders</i> Multidisciplinares	63
5.2	Processos - Ciclo de Requisitos	63
5.2.1	Aplicação da Fase 1: Elicitação	64
	Elicitação com o Usuário Final (UF-01)	64
	Validação com a Autoridade de Domínio (PS-01)	64
	Validação com a Autoridade de Domínio (PS-02)	65
	Validação com a Autoridade de Domínio (PS-03)	65
	Do Clínico para o Técnico	66
5.2.2	Aplicação da Fase 2: Análise	67
5.2.3	Aplicação da Fase 3: Especificação	68
5.2.4	Aplicação da Fase 4: Validação	69
	Validação com a Autoridade de Domínio (DEV-02)	69
	Validação de Propósito e Critérios de Aceitação	70
5.3	Produtos - Artefatos de Suporte à Robustez	70
5.3.1	Documento de Requisitos	71
	Perfil dos <i>Stakeholders</i> :	71
	Requisitos de Negócio:	71
	Requisitos de <i>Stakeholders</i>	72
	Regras de Negócio (Protocolos Clínicos e Sociais):	72
	Estudo de Viabilidade Técnica e Priorização	73
5.3.2	Especificação de Requisitos de Software:	73
5.3.3	<i>Game Design Document</i> :	74
5.3.4	Critérios de Aceitação e KPIs	76
5.3.5	Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)	76

5.4	Considerações Finais	77
6	Validação e Resultados	79
6.1	Construção do Protótipo	80
6.2	Transposição de Requisitos e Matriz de Rastreabilidade Técnica	85
6.3	Ambiente de Validação e Protocolo Experimental	86
6.3.1	Avaliação dos <i>stakeholders</i> internos ao projeto	88
	Análise da Perspectiva Sensorial e de Experiência: Participante UF-01	88
	Análise da Perspectiva de Domínio Clínico: Participante PS-01	89
	Análise da Perspectiva de Domínio Clínico: Participante PS-02	89
	Análise da Perspectiva de Engenharia de Software: Participante DEV-02	90
6.3.2	Auditoria de Isenção e Autonomia do Framework por Avaliadores Externos	90
	Avaliação de Protótipo pelo DEV-Externo	90
	Avaliação de Protótipo pelo PS-Externo	91
6.4	Análise de Atingimento de KPIs	91
6.5	Discussão dos resultados	92
7	Conclusão	95
7.1	Considerações Finais	95
7.2	Produções	97
7.2.1	Produções como Autora Principal	97
7.2.2	Produções em Cooperação	97
7.2.3	Premiações e Reconhecimentos	98
7.3	Trabalhos Futuros	98
	Referências Bibliográficas	100
A	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	108
B	Roteiros de Entrevista para Elicitação de Requisitos	112
B.1	Roteiro para Profissionais da Saúde (Autoridade de Domínio)	112
B.2	Roteiro para Pessoas com TEA (Usuário Final)	112
B.3	Roteiro para Desenvolvedores	113
C	Organização dos Registros das Entrevistas Conduzidas	114
C.1	Registro do UF-01	114
C.1.1	Nota 1: O Desafio da Subjetividade	114
C.1.2	Nota 2: Processamento Auditivo e Legendas	114
C.1.3	Nota 3: Tolerância ao Erro	114
C.2	Registro do PS-01	115
C.2.1	Nota 1: Sincronia e Coerência	115
C.2.2	Nota 2: Mensurabilidade do Progresso	115
C.3	Registro do PS-02	115
C.3.1	Nota 1: O "Sincericídio" e a Pragmática	115
C.3.2	Nota 2: Reconhecimento Dinâmico de Emoções	115
C.3.3	Nota 3: Bateria Social e Sobrecarga	116
C.3.4	Nota 4: O Valor do Relatório Médico	116
C.4	Registro do PS-03	116

C.4.1	Nota 1: A Dor da Imprevisibilidade	116
C.4.2	Nota 2: Aprendizado por Modelagem (Sem Punição)	116
C.4.3	Nota 3: Risco de Infantilização	117
C.4.4	Nota 4: O Relatório Ideal	117
C.5	Registro do DEV-02	117
C.5.1	Nota 1: Escopo da Validação	117
C.5.2	Nota 2: Resumo do Parecer Técnico	117
C.5.3	Considerações Finais do Auditor	118
C.6	Tradução Terminológica: Conversão de Evidências Clínicas em Requisitos Técnicos	119
D	Formulário de Validação	120
D.1	Identificação	120
D.1.1	Você esta avaliando como:	120
D.2	Usuário Final	120
D.2.1	As cores e o cenário não causaram desconforto visual ou distração.	120
D.2.2	O texto das legendas estava fácil de ler e entender.	120
D.2.3	As explicações de sarcasmo e metáforas (ex: "carregar o mundo nos ombros") foram fáceis de entender.	120
D.2.4	As expressões faciais auxiliaram no entendimento da respostas.	120
D.2.5	O estilo da arte do jogo te agrada.	121
D.3	Profissional da Saúde	121
D.3.1	O fluxo de 'erro -> explicação -> re-tentativa' atende ao conceito de aprendizado por modelagem sem punição.	121
D.3.2	A captura do tempo de resposta nas metáforas auxilia você como profissional.	121
D.3.3	A planilha consolidada com erros por diálogo fornece dados para você planejar uma intervenção clínica.	121
D.3.4	Os dados do relatório facilita o seu acompanhamento da evolução do paciente.	121
D.4	Profissional de TI	121
D.4.1	Sobre o protótipo	121
	A vinculação de todos os diálogos ao REQ-06 no inspector facilita a manutenção da Matriz de Rastreabilidade.	121
	O uso de ScriptableObjects para separar o conteúdo textual da lógica do DialogueManager parece adequado para escalar o jogo.	122
	O método de gravação de logs (CSV) demonstra ser íntegro para a coleta de dados de pesquisa.	122
D.4.2	Sobre o <i>Framework</i>	122
	Baseado na documentação gerada pelas etapas do framework, você conseguiria iniciar o desenvolvimento de um jogo.	122
	As informações da documentação de requisitos é relevante para a construção do jogo.	122
	Esse framework pode ser aplicado em outros contextos da saúde.	122

Lista de Figuras

3.1	String de Busca final aplicada às bibliotecas digitais.	32
3.2	Fluxograma do processo de seleção da revisão sistemática da literatura.	33
4.1	Arquitetura Operacional do <i>Framework</i>	50
4.2	Definição dos <i>Stakeholders</i>	51
4.3	Etapas do Fluxo Metodológico	52
6.1	Visualização em plano médio do cenário de escritório projetado para alta previsibilidade e redução de sobrecarga sensorial.	81
6.2	Estruturação de dados via <i>ScriptableObjects</i> permitindo o vínculo direto entre sentenças narrativas	82
6.3	Diálogo do NPC e a expressão facial de insegurança, visando o treino de reconhecimento dinâmico de emoções.	82
6.4	Interface do Loop de Correção exibindo o feedback pedagógico objetivo após a identificação de erro na interpretação de pragmática.	84
6.5	Consolidação de telemetria clínica em formato .csv	85

Lista de Tabelas

3.1	Detalhamento da Estratégia de Busca (PICO)	31
3.2	Visão Geral dos Estudos Selecionados	38
3.3	Comparação entre os trabalhos relacionados e a proposta desta pesquisa.	46
4.1	Modelo do Documento de Requisitos para Jogos Sérios	55
4.2	Modelo da Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)	60
5.1	Fluxo de Rastreabilidade Multidisciplinar do Framework	67
5.2	Matriz de Viabilidade Técnica e Esforço de Implementação	73
5.3	Matriz de Rastreabilidade Final (RTM) com KPIs Individualizados	78
6.1	Matriz de Rastreabilidade de Implementação do Protótipo	87
6.2	Perfil e identificação do painel de validadores.	88
6.3	Consolidação do Atingimento de KPIs por Perfil de Avaliador	92
C.1	Itens Analisados e Observações de Auditoria	118
C.2	Tabela de Tradução Terminológica: Conversão de Evidências Clínicas em Requisitos Técnicos	119

Introdução

Este capítulo apresenta a motivação para a realização deste trabalho, bem como seus objetivos, os procedimentos metodológicos empregados e a organização de todo o texto.

1.1 Motivação

A Engenharia de *Software* (ES) é a disciplina dedicada a gerenciar a complexidade inerente à construção de sistemas computacionais, sendo indispensável em domínios críticos e multidisciplinares [Carlier et al. 2023]. Grande parte dos problemas no mundo tecnológico surge de deficiências na forma como os requisitos de um produto são aprendidos, documentados, acordados e modificados [Maxim e Arnedo-Moreno 2025]. Por ser uma disciplina que exige processos robustos, sistemáticos e disciplinados, a ES busca transformar concepções abstratas em produtos de *software* confiáveis [Ambros-Antemate et al. 2021]. No entanto, decidir precisamente o que construir permanece como uma das partes mais difíceis de todo o ciclo de vida de um sistema, especialmente quando o processo exige conhecimentos que transcendem as habilidades tradicionais de *design* e programação [Maxim e Arnedo-Moreno 2025].

Nesse campo, a Engenharia de Requisitos (ER) caracteriza-se como o pilar fundamental da ES, atuando na tradução de necessidades de negócio e protocolos complexos em especificações técnicas executáveis [Wieggers e Beatty 2013, Carlier et al. 2023]. Enquanto a ES provê a estrutura para a construção, a ER visa estruturar o sistema ao organizar as fases de elicitação, análise, especificação e validação [Pohl 2010, Sommerville 2011]. Para que essa estruturação ocorra de forma padronizada, a norma ISO/IEC/IEEE 29148 fornece diretrizes sobre os processos de ciclo de vida da engenharia de requisitos, estabelecendo critérios para a qualidade e a rastreabilidade das especificações [International Organization for Standardization 2018]. Em domínios em que as regras são altamente técnicas, a ER é a ponte metodológica para fechar a lacuna de comunicação entre especialistas de domínio e desenvolvedores, propici-

ando a rastreabilidade entre a necessidade original e a funcionalidade implementada [Ushaw, Eyre e Morgan 2017, Ambros-Antemate et al. 2021].

É importante notar que, tradicionalmente, a indústria de jogos é movida pela criação de experiências cujo objetivo primordial é o entretenimento [Tschang 2007]. Embora um jogo seja um artefato de *software* digital completo, focado intensamente na experiência do usuário e em *frameworks* de imersão como o MDA (*Mechanics, Dynamics, and Aesthetics*), o seu desenvolvimento muitas vezes não segue o rigor metodológico formal da engenharia voltado para a validação de requisitos [Yang et al. 2022, Bunt, Greeff e Taylor 2024]. Essa abordagem *ad hoc*, embora eficaz, carece de documentação estruturada, o que compromete a precisão técnica em contextos que exigem maior rigor [Ambros-Antemate et al. 2021, Maxim e Arnedo-Moreno 2025].

Os Jogos Sérios (JS) são, nesse cenário, ferramentas essencialmente digitais no escopo desta pesquisa, cujo objetivo transcende o entretenimento, sendo projetados para propósitos como treinamento, tratamento, terapias ou educação [Carlier et al. 2023, Elshahawy, Bakhaty e Sharaf 2020, Silva 2023, Ramalho et al. 2024]. Essa necessidade de rigor torna-se ainda mais crítica nos Jogos Sérios para Saúde de natureza computacional, em que o engajamento lúdico deve coexistir com a fidelidade científica e a eficácia terapêutica [Ushaw, Eyre e Morgan 2017, Caserman et al. 2020]. Sob a ótica regulatória, os JS para saúde que possuem finalidade diagnóstica ou terapêutica devem observar a norma ISO/IEC 62304, que define os processos de ciclo de vida para o *software* de dispositivos médicos, visando favorecer a segurança e o gerenciamento de riscos clínicos [International Organization for Standardization 2015]. Cabe ressaltar que, embora existam abordagens de jogos sérios em formatos analógicos, o presente trabalho delimita-se aos jogos sérios digitais, dada a necessidade de integração com sistemas de informação em saúde e o uso de métricas para o acompanhamento clínico.

Sendo assim, a convergência entre o desenvolvimento de jogos sérios e o *Design Participativo* (DP) revela-se fundamental para que as soluções atendam às reais necessidades do ambiente clínico [Ramalho et al. 2024, Piedade et al. 2024]. Ao integrar usuários finais e especialistas de diferentes domínios desde as etapas iniciais de concepção, o DP permite que os requisitos de jogabilidade e os objetivos terapêuticos sejam harmonizados [Santos et al. 2021, Piedade et al. 2023]. Essa colaboração mútua reduz o abismo entre a intenção técnica e a prática clínica, resultando em artefatos que não apenas engajam o público-alvo, mas que possuem validade e eficácia em contextos de saúde [Roungas 2021, Ravers et al. 2025].

Embora a indústria de entretenimento possua *frameworks* consolidados para alcançar a imersão, a aplicação direta desses modelos na saúde é insuficiente [Yang et al. 2022, Carlier et al. 2023, Aziz, Ibrahim e Abdullah 2024, Maxim e Arnedo-Moreno 2025]. Estudos indicam que, embora os JS utilizem es-

truturas de jogos para motivar o usuário, eles exigem camadas adicionais de design instrucional e validação clínica que não são nativas desses *frameworks* [Robertson et al. 2021, Maxim e Arnedo-Moreno 2025]. Adicionalmente, a norma ISO/TR 11147 reforça essa necessidade ao propor diretrizes para a saúde digital personalizada, focando na interoperabilidade e na segurança desses sistemas no ecossistema de saúde [International Organization for Standardization 2023]. O desafio central reside no equilíbrio entre o lúdico e o rigor técnico: se o jogo for puramente clínico, torna-se tedioso e o paciente pode abandonar o tratamento; se for puramente diversão, o propósito terapêutico se perde [Ushaw, Eyre e Morgan 2017, Caserman et al. 2020, Trindade, Pereira e Hounsell 2022]. Portanto, há uma necessidade crítica de orientações estruturadas para manter esse equilíbrio [Martinez 2022].

Apesar dessa necessidade de rigor, o estado da arte revela uma lacuna na engenharia desses sistemas. Revisões sistemáticas recentes demonstram que a maioria dos JS para saúde é desenvolvida sem o uso de um *framework* de ES ou de uma metodologia definida, baseando-se em abordagens plurais que carecem de detalhamento de *design* [Ribeiro, Santos e Oliveira 2021, Andrew et al. 2023, Maxim e Arnedo-Moreno 2025, Fang, Silva e Reis 2025]. A ausência de um processo sistemático, que inclua atividades estruturadas de planejamento, modelagem e feedback contínuo, leva ao surgimento de soluções *ad hoc* que negligenciam tanto a experiência do usuário quanto os requisitos clínicos fundamentais. O resultado é o desenvolvimento de produtos não padronizados, de difícil manutenção e que falham em integrar os aspectos médicos ao *design* do jogo [Caserman et al. 2020, Ambros-Antemate et al. 2021, Robertson et al. 2021].

Além da falta de padronização, há desafios de personalização e reuso. Abordagens genéricas têm se mostrado ineficazes na saúde, em que a adaptação às condições específicas de cada paciente é crucial [Carlier et al. 2023, Gómez-Cambronero et al. 2024]. No entanto, criar jogos personalizados do zero é oneroso e trabalhoso [Tao et al. 2021, Liu et al. 2022, Bunt, Greeff e Taylor 2024]. A Engenharia de *Software*, nesse âmbito, é a disciplina capaz de prover a robustez necessária, propondo *frameworks* que permitam não apenas a criação, mas o reuso de componentes de conhecimento e algoritmos de personalização, fazendo com que o saber do domínio da saúde seja preservado e transferível entre projetos [Robertson et al. 2021, Liu et al. 2022, Carlier et al. 2023, Bunt, Greeff e Taylor 2024, Al-Awadai 2025, Maxim e Arnedo-Moreno 2025].

Nesse contexto, é essencial delimitar a natureza estrutural da solução exigida. Na Engenharia de *Software*, os *frameworks* dividem-se primariamente em tecnológicos (focados em infraestrutura e bibliotecas de código) e metodológicos (centrados em processos e governança) [Fayad, Schmidt e Johnson 1999]. Embora existam diversas ferramentas tecnológicas avançadas para a criação de jogos digitais, a literatura evidencia que

a principal fragilidade no desenvolvimento de Jogos Sérios para a saúde não é a limitação de código, mas a ausência de arcabouços metodológicos [Caserman et al. 2020]. Logo, a abordagem exigida para solucionar esse problema afasta-se da proposição de bibliotecas de programação para focar na camada de governança. Um *framework* estritamente metodológico e conceitual torna-se necessário para fornecer as práticas, os papéis e as diretrizes documentais que orquestram a equipe multidisciplinar, assegurando a transição de um desenvolvimento empírico e assistemático para um processo de engenharia maduro, previsível e auditável.

Com isso, a motivação deste trabalho surge da complexidade intrínseca ao desenvolvimento de sistemas que operam na interseção entre o entretenimento digital e a intervenção clínica. Para superar a fragilidade das soluções atuais, esta pesquisa propõe um *framework* fundamentado em pilares da Engenharia de Requisitos. Busca-se, por meio de uma abordagem baseada no DS, estabelecer um método que sistematize a extração de requisitos clínicos e sua transposição para mecânicas de jogo. Além disso, a utilização de Matrizes de Rastreabilidade permite que cada elemento lúdico esteja vinculado a uma necessidade clínica, com o intuito de que o propósito clínico seja preservado. Outrossim, a integração de métricas alinhadas ao CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) visa elevar a maturidade do processo de desenvolvimento, sistematizando a estabilidade e o rigor. Por fim, a definição de KPIs (*Key Performance Indicators*) multidimensionais — abrangendo aspectos clínicos, técnicos e de engajamento — fornece a base necessária para validar a eficácia do jogo sério como uma intervenção de saúde confiável por meio de processos sistemáticos [Tao et al. 2021, Ambros-Antemate et al. 2021]. Dessa forma, a pesquisa justifica-se pela necessidade de formalizar processos que garantam a qualidade do *software* sem negligenciar a experiência lúdica e a participação ativa dos *stakeholders* no processo de criação.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é propor um *framework* de Engenharia de Requisitos sustentada nos princípios do *Design* Participativo que sistematize a criação de Jogos Sérios para a Saúde, visando propiciar a robustez do processo e a fidelidade clínica do produto final. Como objetivos específicos, o trabalho visa:

- Investigar, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), quais métodos de Engenharia de *Software* para Jogos Sérios voltados à saúde auxiliam na manutenção da coerência entre mecânicas e objetivos de saúde.
- Desenvolver um *framework* para a Engenharia de Requisitos em Jogos Sérios para Saúde que englobe necessidades clínicas, elementos de *design* de jogos e critérios de aceitação.

- Estabelecer um conjunto de artefatos de suporte à robustez e governança de *software*, incluindo o Estudo de Viabilidade Técnica e a definição de KPIs, para mitigar os riscos do desenvolvimento *ad-hoc*.
- Validar a aplicabilidade e a eficácia do *framework* proposto por meio de um estudo de caso focado no domínio do Transtorno do Espectro Autista (TEA) em adultos, demonstrando a rastreabilidade desde as necessidades clínicas até a validação técnica final.

1.3 Metodologia

A condução desta pesquisa fundamenta-se em uma abordagem de melhoria de processo baseada em evidências. Para tanto, utiliza-se como estudo de caso retrospectivo o projeto DiagnosTEA, um jogo sério voltado ao suporte no diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista (TEA), desenvolvido a partir de 2022 [Barbosa e Ribeiro 2022]. Embora o DiagnosTEA possuísse uma fundamentação teórica, sua materialização enfrentou barreiras críticas devido a um desenvolvimento predominantemente *ad hoc*, marcado pela ausência de *design* participativo e pela falta de rastreabilidade entre as funcionalidades lúdicas e os protocolos clínicos. A análise dessas limitações serviu como o principal catalisador para esta dissertação, evidenciando a necessidade de um processo de engenharia maduro que transponha a lacuna entre a teoria clínica e a implementação técnica. Portanto, a metodologia segue três etapas, cujos materiais e métodos derivam da necessidade de transpor protocolos clínicos para mecânicas de jogo com rigor científico.

A primeira etapa é composta por estudos preliminares que despontam como pressupostos e antecedentes, norteados pelo planejamento do *framework*. Neste sentido, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para identificar as lacunas no estado da arte e fundamentar a necessidade de um método que evite o desenvolvimento *ad hoc*. Além da RSL, esta fase incluiu um estudo aprofundado dos preceitos de Engenharia de Requisitos de Karl Wieggers & Joy Beatty, que embasam a estrutura de desenvolvimento e gestão de requisitos deste projeto, bem como a análise de trabalhos relacionados à tradução de requisitos para mecânicas de jogos sérios.

A segunda etapa metodológica visa à concepção da Abordagem, focando na estruturação do *framework* propriamente dito. Nesta fase, foram construídos os guias de entrevista e os modelos de documentos, como a Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM), buscando-se que o rigor clínico seja mantido frente ao engajamento lúdico.

Por fim, a terceira etapa tem por objetivo a Aplicação e Validação do *framework* proposto por meio de um estudo de caso focado no desenvolvimento de um jogo sério voltado ao público com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Este processo foi planejado em dois passos principais:

- Avaliação por *Stakeholders*: Aplicação de roteiros estruturados de validação com profissionais de saúde, desenvolvedores e pessoas adultas com TEA para verificar se o processo de documentação alinha a segurança clínica, a utilidade dos dados gerados e o engajamento no jogo.
- Análise de Qualidade e Rastreabilidade: Verificação da eficácia do *framework* no planejamento do jogo por meio de indicadores de desempenho (KPIs) e critérios de aceitação, validando se a implementação técnica não desvia dos protocolos clínicos estabelecidos na fase de elicitação.

1.4 Organização do Texto

Este trabalho está organizado em sete capítulos, estruturados de modo a conduzir o leitor desde a fundamentação teórica até a validação prática da abordagem proposta.

- Capítulo 2 - Fundamentação Teórica: Apresenta os conceitos base sobre Jogos Sérios para Saúde, os pilares da Engenharia de Requisitos e o papel do *Design Participativo* na construção de tecnologias assistivas seguras e eficazes.
- Capítulo 3 - Antecedentes e Pressupostos: Detalha a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) realizada para identificar o estado da arte na área. Discute também as bases metodológicas de [Wieggers e Beatty 2013], a integração com o modelo de maturidade CMMI e as lições aprendidas com o projeto DiagnosTEA.
- Capítulo 4 - *Framework*: Descreve a arquitetura operacional da solução, detalhando a tríade Pessoas, Processos e Produtos, além de apresentar os artefatos de suporte à robustez, como a Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM).
- Capítulo 5 - Estudo de Caso: Relata a aplicação prática do *framework* no domínio do Transtorno do Espectro Autista (TEA), percorrendo as fases de elicitação com *stakeholders* multidisciplinares e a especificação da linha de base documental.
- Capítulo 6 - Validação e Resultados: Demonstra a implementação de uma fatia vertical do jogo e analisa os resultados obtidos por meio de testes com usuários e especialistas, com foco no atingimento dos indicadores-chave de desempenho (KPIs).
- Capítulo 7 - Conclusão: Sintetiza as considerações finais, as produções científicas geradas e propõe direcionamentos para trabalhos futuros voltados à expansão e escalabilidade do método.

Fundamentação Teórica

Este capítulo estabelece o embasamento teórico necessário à compreensão da interseção entre a Engenharia de *Software* e o desenvolvimento de soluções digitais lúdicas com propósitos terapêuticos. A fundamentação aqui apresentada percorre desde os conceitos fundamentais de Jogos Sérios para a Saúde até o rigor metodológico da Engenharia de Requisitos, culminando na análise do Design Participativo como estratégia de engajamento e de fidelidade clínica.

2.1 Jogos Sérios para Saúde

O termo “Jogos Sérios” foi popularizado por Clark Abt, que o definiu como jogos com propósito educativo explícito e que não se destinam primariamente à diversão [Abt 1987]. No contexto contemporâneo, essa definição evoluiu para *softwares* que utilizam a infraestrutura dos jogos eletrônicos — com narrativa, recompensas e interatividade — para alcançar objetivos específicos em áreas como treinamento, simulação e saúde [Alvarez et al. 2023, Al-Awadai 2025]. Diferentemente dos jogos produzidos para o entretenimento puro, os Jogos Sérios (JS) para a Saúde são projetados para gerar um efeito clínico mensurável no usuário [Ushaw, Eyre e Morgan 2017]. Com isso, esses sistemas funcionam como veículos de entrega de benefícios, em que o engajamento lúdico é o meio para a adesão ao tratamento ou para a educação em saúde [Ramalho et al. 2024].

A principal característica dos jogos sérios na saúde é a coexistência de dois domínios frequentemente conflitantes: o entretenimento e o rigor clínico [Caserman et al. 2020]. O sucesso de uma aplicação depende do equilíbrio entre esses pilares; se o jogo foca excessivamente no aspecto clínico, pode tornar-se monótono e provocar o abandono por parte do paciente; por outro lado, se foca apenas na diversão, pode falhar em entregar o benefício clínico esperado [Ushaw, Eyre e Morgan 2017]. Nesse sentido, o design deve considerar tanto a fidelidade à realidade clínica quanto a comprovação de que a ferramenta realmente auxilia na melhora do quadro do paciente, o que exige uma hierarquia de validade que abranja desde o conteúdo até a eficácia preditiva [Mert et al. 2018].

A inserção dos jogos sérios no cotidiano de pacientes e profissionais ocorre de forma multifacetada, atuando como ferramenta complementar às terapias tradicionais. Para os pacientes, o jogo sério transforma o tratamento — muitas vezes repetitivo e exaustivo em uma atividade motivadora [Gómez-Cambronero et al. 2024, Nasri et al. 2025]. O ambiente virtual oferece um espaço seguro e controlado para o treino de habilidades, livre dos riscos ou do julgamento do mundo real [Honorato et al. 2021, Azadboni et al. 2024]. Para o profissional de saúde, esses jogos atuam como instrumentos de monitoramento quantitativo; com base nos dados gerados, o especialista pode avaliar com precisão técnica o progresso do paciente [Nasri et al. 2025]. Dessa forma, o jogo deixa de ser apenas uma atividade e passa a ser uma fonte de evidência clínica [Ushaw, Eyre e Morgan 2017, Zhang et al. 2017].

Os Jogos Sérios para a Saúde são categorizados por seu domínio de impacto, destacando-se quatro grandes agrupamentos na literatura recente que demonstram a versatilidade desta tecnologia. No campo da “Reabilitação Física e Exergaming”, as aplicações utilizam o movimento físico como entrada, visando à recuperação motora e funcional por meio de exercícios ativos [Martinez 2022, Ramalho et al. 2024, Ambros-Antemate et al. 2021]. Em paralelo, o domínio de “Cognição e Saúde Mental” foca na melhoria de funções executivas, atenção e regulação emocional [Siriaraya et al. 2021, Timaná et al. 2024, Zeiler et al. 2025]. Tecnologias como a realidade virtual e dispositivos móveis têm ampliado significativamente o suporte ao tratamento da ansiedade e do Transtorno do Espectro Autista (TEA), oferecendo ambientes imersivos e controlados [Yang et al. 2021, Gómez-Cambronero et al. 2024, Barbosa et al. 2024].

Outra vertente relevante é a “Educação em Saúde e Promoção do Bem-Estar”, que visa ampliar o letramento em saúde, tanto de pacientes quanto de profissionais, incentivando a prevenção e o autocuidado [Andrew et al. 2023, Dong et al. 2025]. Por fim, as aplicações voltadas ao “Treinamento Profissional e Simulação” representam ferramentas de alta fidelidade para a prática de procedimentos complexos em ambientes livres de risco, permitindo que especialistas desenvolvam competências críticas antes da intervenção real no paciente [Graafland, Schraagen e Schijven 2014, Al-Awadai 2025, Mert et al. 2018]. Essa diversidade de aplicações reforça a ideia de que os JS para saúde não são meras interfaces lúdicas, mas sim instrumentos multifacetados de intervenção clínica e educacional.

2.2 Engenharia de Requisitos

A engenharia de requisitos é uma disciplina central no desenvolvimento de *software*, responsável pela identificação, documentação e manutenção das necessidades e ex-

pectativas dos usuários e demais *stakeholders* [Sommerville 2011]. Ela engloba atividades como elicitação, análise, especificação, validação e gestão de requisitos, essenciais para auxiliar para que o sistema a ser desenvolvido atenda aos objetivos propostos [Pohl 2010].

A elicitação de requisitos consiste em coletar informações relevantes de diferentes fontes, como usuários finais, especialistas e documentação existente. Técnicas como entrevistas, questionários, observação e *workshops* são amplamente utilizadas para essa finalidade [Wieggers e Beatty 2013]. A análise de requisitos, por sua vez, visa compreender e resolver conflitos entre necessidades divergentes, definir prioridades e detalhar as funcionalidades a serem implementadas [Nuseibeh e Easterbrook 2000].

A especificação dos requisitos deve ser clara, consistente e compreensível para todos os envolvidos, facilitando a comunicação entre a equipe técnica e os *stakeholders* [Kotonya 1998]. A validação propicia que os requisitos definidos reflitam corretamente as necessidades do cliente e sejam tecnicamente viáveis [Paetsch, Eberlein e Maurer 2003]. Finalmente, a gestão de requisitos acompanha as mudanças inevitavelmente ocorrentes ao longo do ciclo de vida do projeto, mantendo a documentação atualizada e favorecendo a rastreabilidade das alterações [Sommerville 2011].

A adoção de boas práticas na engenharia de requisitos contribui para a redução de erros e de retrabalho, melhorando a qualidade do *software* e a satisfação dos usuários [Wieggers e Beatty 2013]. Além disso, o uso de ferramentas automatizadas tem facilitado o controle e o acompanhamento dos requisitos em projetos cada vez mais complexos e dinâmicos [Pohl 2010].

2.3 Requisitos de *Software* em Jogos Digitais

O desenvolvimento de jogos digitais possui, no que diz respeito aos requisitos de *software*, um foco centrado na complexidade da interatividade, desempenho, imersão e experiência do usuário. Além dos requisitos funcionais tradicionais, os requisitos não funcionais ganham grande importância, incluindo aspectos como responsividade, escalabilidade, usabilidade e acessibilidade [Isbister 2016].

Os requisitos funcionais em jogos digitais abrangem a definição das mecânicas de jogo, sistemas de pontuação, progressão, interações com o usuário e inteligência artificial dos personagens [Schell 2014, Bunt, Greeff e Taylor 2024]. Já os requisitos não funcionais fazem com que o jogo ofereça uma experiência fluida e envolvente, contemplando a estabilidade do sistema, tempo de resposta, qualidade gráfica e sonora, bem como suporte a múltiplas plataformas [Trindade, Pereira e Hounsell 2022].

A elicitação e a análise de requisitos para jogos digitais também envolvem a compreensão do público-alvo, o contexto de uso e os objetivos lúdicos ou pedagógicos do projeto [Fullerton 2024]. Em projetos voltados a públicos específicos, como crianças ou

peças com necessidades particulares, é importante incorporar requisitos personalizados para promover a inclusão e a eficácia [Yang et al. 2021, Piedade et al. 2024].

A prototipação rápida e o desenvolvimento iterativo são práticas recomendadas para validar os requisitos continuamente, promovendo ajustes conforme o feedback dos usuários e buscando o alinhamento com as expectativas do mercado e dos *stakeholders* [Bunt, Greeff e Taylor 2024]. Além disso, o uso de metodologias ágeis tem se mostrado eficiente na gestão dinâmica de requisitos em ambientes criativos e mutáveis [Honorato et al. 2021]. Portanto, o desenvolvimento de jogos digitais está intrinsecamente ligado à capacidade de capturar, gerenciar e evoluir requisitos que equilibrem as demandas técnicas e as experiências emocionais dos jogadores.

2.4 Design Participativo

O Design Participativo (DP) consolida-se como uma abordagem metodológica fundamental no desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde, baseando-se na premissa de que a inclusão ativa dos usuários finais e demais partes interessadas resulta em sistemas mais eficazes e adequados à realidade clínica [Santos et al. 2021, Piedade et al. 2024]. No contexto da saúde, essa colaboração transcende a mera usabilidade, tornando-se um pilar estratégico para a segurança do *software*. A integração de conhecimentos multidisciplinares permite a identificação precoce de riscos que poderiam passar despercebidos em abordagens de desenvolvimento puramente técnicas ou isoladas [Santos et al. 2021, Souza, Classe e Castro 2023].

Essa natureza colaborativa do DP atua diretamente em conformidade com os requisitos de segurança estabelecidos por normas internacionais, como a ISO/IEC 62304. Embora esta norma foque no ciclo de vida e no gerenciamento de riscos técnicos, o DP preza que a análise de perigos seja contextualizada no uso real do dispositivo médico, mitigando riscos decorrentes de uso inadequado que poderiam comprometer a segurança do paciente [International Organization for Standardization 2015]. Ao envolver o clínico e o paciente na definição de requisitos e na validação de protótipos, o Design Participativo propicia que as funcionalidades implementadas não apenas funcionem tecnicamente, mas também operem de forma segura em conformidade com os protocolos terapêuticos estabelecidos [Carlier et al. 2023].

Além disso, a conformidade com a ISO/TR 11147 é reforçada pelo DP ao promover a personalização digital em saúde de forma segura e ética [International Organization for Standardization 2023]. Como o Design Participativo foca na experiência do usuário e na adequação do *software* ao seu ecossistema de uso, ele atua como o mecanismo prático de “segurança por design”. Por meio da participação multidisciplinar, os limites de operação do jogo sério são definidos por quem detém o

conhecimento do domínio médico, auxiliando na manutenção do equilíbrio necessário para que o engajamento lúdico não se sobreponha à integridade clínica nem à precisão dos dados coletados [Ushaw, Eyre e Morgan 2017, Ambros-Antemate et al. 2021]. Assim, o DP não é apenas uma ferramenta de design, mas um protocolo de suporte à qualidade que aproxima a inovação tecnológica às exigências de segurança e eficácia exigidas pela Engenharia de *Software* e agências reguladoras.

2.5 Considerações Finais

A fundamentação teórica apresentada neste capítulo evidenciou que o desenvolvimento de Jogos Sérios para Saúde demanda uma abordagem que transcende o entretenimento, exigindo um compromisso rigoroso com a eficácia clínica e a segurança do paciente. Observou-se que, enquanto a Engenharia de Requisitos provê a estrutura necessária para a robustez do *software*, o Design Participativo atua como a ponte que conecta as necessidades técnicas aos protocolos médicos reais.

Compreender esses domínios de forma integrada é o que permite mitigar os riscos de desenvolvimentos ad hoc e fazer com que a rastreabilidade entre o lúdico e o clínico seja contemplada em jogos sérios que são construídos para a diversos contextos da saúde. Contudo, para que a construção dessa abordagem seja sólida, é preciso olhar para o que já foi produzido na literatura e nos projetos precursores. Assim, o próximo capítulo dedica-se à análise dos Antecedentes e Pressupostos, detalhando a Revisão Sistemática da Literatura e as lições aprendidas em projetos anteriores que serviram de alicerce para a concepção do *framework* proposto nesta dissertação.

Antecedentes e Pressupostos

Este capítulo detalha os pilares empíricos e metodológicos que serviram de alicerce para a construção da abordagem proposta nesta dissertação. Enquanto o capítulo anterior estabeleceu os conceitos teóricos fundamentais, as seções a seguir apresentam o diagnóstico do estado da arte e as experiências práticas que justificam as escolhas estruturais do *framework*.

Inicialmente, apresenta-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), cujo objetivo foi investigar quais práticas, métodos e modelos de ES estão sendo utilizados para auxiliar na manutenção da coerência entre as mecânicas de jogo e os objetivos de saúde. Na sequência, discutem-se as bases da Engenharia de Requisitos de [Wieggers e Beatty 2013] e os níveis de maturidade do CMMI, que provêm o rigor metodológico desta proposta. Por fim, descrevem-se os pressupostos derivados do projeto DiagnosTEA, que forneceram insumos práticos sobre a tradução de protocolos clínicos para o ambiente digital, consolidando os antecedentes necessários para a formalização da solução apresentada no Capítulo 4.

3.1 Revisão Sistemática da Literatura

Esta seção apresenta todo o processo inerente à pesquisa, descrevendo a condução da Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O protocolo de revisão utilizado para favorecer a qualidade dos resultados obtidos neste processo de RSL baseou-se em [Kitchenham e Charters 2007], o qual será detalhado nas seções seguintes.

3.1.1 Condução da Revisão

Dado o objetivo de apresentar uma revisão organizada, coerente e justificada, uma RSL foi conduzida para investigar a necessidade, os benefícios e as práticas de Engenharia de Software aplicadas ao desenvolvimento de Jogos Sérios. Para tanto, foram elaboradas questões de pesquisa para propiciar que este trabalho tenha um caminho claro e resposta, de forma direta e objetiva, ao que se propôs investigar.

Q1 - Quais métodos, processos, modelos ou práticas de Engenharia de Software são utilizados ou propostos para o desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde? É necessário conhecer o panorama das metodologias de ES efetivamente empregadas. Isso permite mapear quais práticas são mais adequadas à natureza interdisciplinar dos Jogos Sérios para a Saúde.

Q2 - Como os requisitos terapêuticos (ou de saúde) são traduzidos em mecânicas de jogo por meio de práticas de Engenharia de Software? É indispensável verificar como a relação entre os objetivos de saúde e as mecânicas de jogo é projetada dentro de um jogo. O sucesso de um Jogo Sério terapêutico depende diretamente da tradução dos requisitos clínicos em ações de jogo.

Q3 - Qual é o papel e o modelo de colaboração dos especialistas de saúde dentro das práticas de Engenharia de Software aplicadas ao desenvolvimento de Jogos Sérios? É fundamental compreender como a colaboração interdisciplinar é estruturada, investigando o papel formal dos stakeholders e como os processos de ES facilitam essa colaboração.

3.1.2 Critérios de Elegibilidade

Os critérios de inclusão e exclusão deixam claro quais trabalhos são de interesse para esta pesquisa com base na análise das obras encontradas. Assim, foram determinados os seguintes critérios:

Critérios de Inclusão

- O trabalho discute o processo de desenvolvimento de um Jogo Sério para a Saúde.
- O artigo propõe ou avalia um método, framework ou prática de Engenharia de Software no contexto de JSs para a Saúde.
- O trabalho aborda a elicitación, tradução, rastreabilidade ou validação de requisitos de saúde em mecânicas de jogo.
- O trabalho aborda desafios ou barreiras na aplicação de processos de ES no contexto interdisciplinar da saúde.
- O trabalho expõe o papel ou o modelo de colaboração de especialistas em saúde ou pacientes no processo de desenvolvimento.

Critérios de Exclusão

- O trabalho apenas descreve ou avalia a eficácia clínica de um jogo sem detalhar o processo de como ele foi construído.

- O trabalho discute ES para jogos em geral (entretenimento) ou ES para a saúde em geral (ex: prontuários eletrônicos), mas não a interseção entre ambos.
- A versão completa do trabalho não está disponível na web.
- O trabalho está escrito em outro idioma que não seja inglês ou português.
- O trabalho é um editorial, workshop, resumo (abstract), vídeo ou tutorial.
- O trabalho é uma versão mais antiga de outro trabalho já considerado ou é um trabalho duplicado.

Fontes de Informação O tema foi delimitado por bases de dados focadas em computação e Saúde/Interdisciplinaridade, sendo elas: ACM Digital Library, IEEE Xplore, SBGames, PubMed e ScienceDirect. Foram buscados artigos em português e inglês publicados no período de 2020 a 2025.

3.1.3 Estratégia de Busca

Visando favorecer uma recuperação abrangente de estudos relevantes, as questões de pesquisa foram estruturadas utilizando o framework PICO (População, Intervenção, Contexto, Desfecho/Outcome). Esta abordagem permitiu uma decomposição granular do problema em conceitos-chave, objetivando que a interseção entre Saúde, Jogos e Engenharia fosse contemplada. A Tabela 3.1 apresenta o detalhamento desses conceitos, incluindo as palavras-chave específicas e os sinônimos considerados para cada categoria.

Tabela 3.1: Detalhamento da Estratégia de Busca (PICO)

Conceito (PICO)	Palavras-chave, Sinônimos e Termos Relacionados
Contexto (Jogos Sérios)	<i>Serious Games, Games for Health, Therapeutic Games, Game, Digital Games, Gamification.</i>
Domínio (Saúde)	<i>Health, Healthcare, Medical, Therapy, Rehabilitation, Therapeutic, Clinical, Patient Care.</i>
Intervenção (Eng. de Software)	<i>Software Engineering, Software Process, Software Development Process, Software Design, Requirements Engineering, Game Mechanics, System Architecture.</i>

A partir desta decomposição, observou-se que as questões de pesquisa compartilham três tópicos conceituais centrais que constituem a interseção de interesse: Jogos Sérios, Saúde e Engenharia de *Software*. É importante mencionar que termos como “benéficos”, “desafios” e “papel” não foram incluídos na *string* de busca. Esta foi uma decisão metodológica para aumentar a sensibilidade da busca. A inclusão desses termos poderia excluir artigos relevantes que discutem o processo de ES no contexto desejado, mas que não utilizam essas palavras-chave específicas no título, no resumo ou nas palavras-chave. Espera-se que esses resultados sejam identificados durante a fase de leitura e extração de dados.

Assim, a *string* de busca foi construída para cobrir os três tópicos principais:

- Tópico 1 - Jogos: (*Serious Games OR Games for Health OR Therapeutic Games OR Game*)
- Tópico 2 - Saúde: (*Health OR Healthcare OR Medical OR Therapy OR Rehabilitation OR Therapeutic*)
- Tópico 3 - Engenharia de Software: (*Software Engineering OR Software Process OR Software Development Process OR Software Design OR Requirements Engineering OR Game Mechanics*)

Com base nessa decomposição conceitual, a string de busca final foi construída a partir de operadores booleanos. O operador OR foi utilizado em cada categoria para incluir sinônimos, enquanto o operador AND foi aplicado entre as categorias para auxiliar para que os artigos selecionados abordassem a interseção entre os três domínios. A string final aplicada às bases de dados é apresentada na Fig. 3.1.

Search String: (*Serious Games” OR Games for Health” OR Therapeutic Games” OR Game”*) AND (*Health” OR Healthcare” OR Medical” OR Therapy” OR Rehabilitation” OR Therapeutic”*) AND (*Software Engineering” OR Software Process” OR Software Development Process” OR Software Design” OR Requirements Engineering” OR Game Mechanics”*)

Figura 3.1: String de Busca final aplicada às bibliotecas digitais.

3.1.4 Condução da Revisão

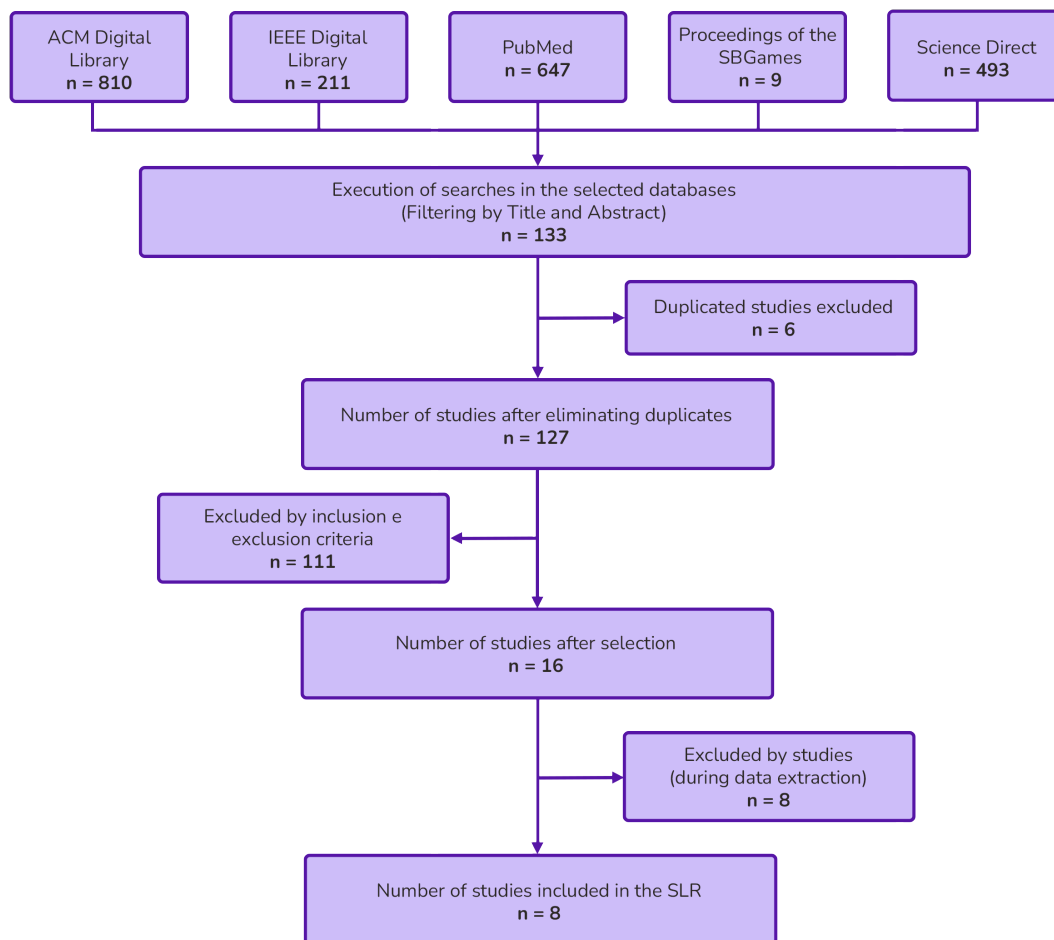


Figura 3.2: Fluxograma do processo de seleção da Revisão Sistemática da Literatura.

O processo de seleção dos estudos está detalhado na Fig. 3.2. A busca inicial nas cinco bases de dados selecionadas resultou em um total de 2.170 registros, distribuídos da seguinte forma: ACM Digital Library (n = 810), PubMed (n = 647), ScienceDirect (n = 493), IEEE Xplore (n = 211) e SBGames (n = 9).

Na primeira fase de triagem, títulos e resumos foram analisados, reduzindo o conjunto a 133 estudos potenciais. Posteriormente, 6 registros duplicados foram identificados e removidos, resultando em 127 estudos únicos para revisão de texto completo.

Durante a fase de elegibilidade, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados aos textos completos, resultando na exclusão de 111 artigos que não atendiam ao escopo da pesquisa. Isso restou 16 estudos para extração detalhada de dados. Finalmente, durante o processo de extração, outros 8 estudos foram excluídos devido a dados insufici-

entes ou ao desalinhamento com as questões de pesquisa específicas. Consequentemente, um total de 8 estudos foi incluído nesta revisão sistemática da literatura.

3.1.5 Resultados

Análise Quantitativa

De acordo com as questões de pesquisa estabelecidas, a distribuição quantitativa dos achados evidencia um foco predominante em métodos de desenvolvimento (Q1). Todos os estudos selecionados abordam práticas de ES, variando de processos ágeis adaptados a *frameworks* específicos do domínio. A Q3 também recebeu atenção significativa, com todos os estudos detalhando o papel colaborativo dos especialistas em saúde. Em relação à Q2, 7 estudos discutiram explicitamente a tradução de requisitos terapêuticos em mecânicas.

Análise Qualitativa

Q1 - Quais métodos, processos, modelos ou práticas de Engenharia de Software são utilizados ou propostos para o desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde? Em relação aos métodos e processos de desenvolvimento, observa-se o uso de metodologias ágeis como suporte, com adaptações cruciais para atender às especificidades do contexto da saúde. Os autores [Ramalho et al. 2024] propõem o *Agile Storyboarding* como uma prática essencial para a visualização de cenários clínicos complexos no tratamento da artrite. Essa técnica permite a iteração rápida de requisitos, mesmo antes da codificação, promovendo o envolvimento direto de pacientes e terapeutas nas sessões de sprint.

Além das adaptações procedimentais, evidencia-se a criação de frameworks e modelos específicos, projetados para integrar a engenharia de *software* a objetivos terapêuticos. O modelo MECHA (*Mechanics, Experiences, Change*), desenvolvido por [Robertson et al. 2021], oferece uma estrutura robusta que integra a engenharia de requisitos a teorias comportamentais, propondo o mapeamento explícito dos objetivos de intervenção (*Change*) para as experiências do jogador (*Experiences*) e, consequentemente, para as regras do *software* (*Mechanics*). Complementarmente, na fase de concepção inicial, o CaSEJ (*Game Design Canvas para Brainstorming de Jogos para Saúde*) [Souza, Classe e Castro 2023] atua como um artefato de *brainstorming* adaptado do *Business Model Canvas*. Seu foco reside na elicitação visual e colaborativa de requisitos de saúde e de mecânicas de jogo, facilitando o alinhamento entre os *stakeholders* logo no início do projeto.

Finalmente, destaca-se o *Software Engineering Framework for Reusable Design* proposto por [Carlier et al. 2023], que sistematiza o desenvolvimento por meio de três

questões fundamentais de personalização (Por que, O quê e Como), permitindo que módulos de jogo sejam reutilizados em diferentes contextos de saúde.

Q2 - Como os requisitos terapêuticos (ou de saúde) são traduzidos em mecânicas de jogo por meio de práticas de Engenharia de *Software*? O processo de tradução de requisitos terapêuticos em mecânicas de jogo deixa de ser um papel exclusivo do desenvolvedor de jogos e passa a ser guiado por mapeamentos formais e estruturados. Ravers et al. [Ravers et al. 2025] traduzem cada habilidade prevista no protocolo (como girar ou parar) diretamente em mecânicas de entrada e de feedback no jogo, submetendo o resultado a validações iterativas com especialistas para buscar a fidelidade clínica. Essa prática de mapeamento direto é reforçada pelo jogo Strong, desenvolvido por Honorato et al. [Honorato et al. 2021], no qual necessidades terapêuticas para o tratamento do Transtorno do Espectro Autista foram traduzidas em tarefas lúdicas específicas, validadas para auxiliar no desenvolvimento cognitivo e social.

A complexidade dessa tradução também se observa quando envolve requisitos físicos e de hardware. O trabalho de Trindade et al. [Trindade, Pereira e Hounsell 2022] sobre Jogos Sérios em Pisos Interativos demonstra como requisitos de interação motora e social para o público autista são traduzidos em especificações de sistema que exigem o uso de todo o corpo, transformando a necessidade de movimento em regras de colisão e de projeção no chão.

Além disso, destaca-se o uso de bases teóricas para fundamentar o design. A *Behaviour Change Wheel* é incorporada ao modelo MECHA para permitir que o engenheiro de *software* utilize taxonomias de Técnicas de Mudança de Comportamento e as implemente como funcionalidades específicas do sistema, materializadas em elementos como barras de progresso ou placares sociais [Robertson et al. 2021]. Complementarmente, a tradução de requisitos também é facilitada pelo uso de artefatos visuais. Segundo [Ramalho et al. 2024], essa técnica permite que requisitos terapêuticos complexos, como limitações de movimento em pacientes com artrite, sejam desenhados quadro a quadro. Assim, o storyboard atua como um contrato visual entre médicos e desenvolvedores, antes mesmo do início da codificação, com o intuito de que as mecânicas de jogo respeitem estritamente as restrições físicas e as necessidades do paciente.

Q3 - Qual é o papel e o modelo de colaboração dos especialistas de saúde dentro das práticas de Engenharia de *Software* aplicadas ao desenvolvimento de Jogos Sérios? Com base nos trabalhos analisados, entende-se que o papel do especialista em saúde evoluiu para o de integrante da equipe de desenvolvimento do jogo. Essa atuação ativa é observada na fase de concepção; o uso do CaSEJ posiciona o especialista como peça-chave na elicitação estruturada [Souza, Classe e Castro 2023]. Dessa forma, eles

ressaltam que o preenchimento deste canvas impõe uma definição clara do problema de saúde e da terapia proposta, antes mesmo que a equipe técnica inicie as discussões tecnológicas.

A integração desses profissionais estende-se também ao ciclo de vida de desenvolvimento ágil. Em projetos que utilizam Agile Storyboarding, os autores [Ramalho et al. 2024] relatam que os especialistas participam de reuniões de revisão de sprint, avaliando se os protótipos atendem a objetivos clínicos específicos, como o alívio da dor ou o engajamento motor, o que permite ajustes de requisitos em tempo real. Finalmente, essa colaboração se aprofunda na definição técnica dos parâmetros de calibração. No desenvolvimento do RollAbility, [Ravers et al. 2025] observam que os especialistas foram cruciais na definição dos critérios de sucesso e falha no código, visando que a dificuldade do jogo se ajustasse às capacidades motoras reais dos pacientes, priorizando a reabilitação sobre a mera habilidade de jogo.

3.1.6 Discussão dos Resultados e Síntese da RSL

A análise dos estudos selecionados nesta revisão sistemática revela que os principais desafios e inovações no desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde estão intrinsecamente ligados à disciplina de Engenharia de Requisitos (ER). Ao contrário do desenvolvimento de *software* convencional, em que as regras de negócio costumam ser explícitas, o domínio da saúde exige a tradução de protocolos clínicos complexos e de teorias comportamentais em mecânicas de jogo interativas [Robertson et al. 2021, Carlier et al. 2023, Ramalho et al. 2024]. Neste contexto, as abordagens identificadas na literatura podem ser categorizadas de acordo com as fases clássicas da ER: elicitação, análise, especificação e validação, o que demonstra que o sucesso desses jogos depende, primordialmente, da capacidade de gerenciar o abismo de comunicação entre especialistas de domínio e desenvolvedores.

No que diz respeito à Elicitação de Requisitos, observa-se que as técnicas tradicionais, como entrevistas, mostram-se insuficientes devido às diferenças terminológicas entre as áreas médica e tecnológica. Para mitigar esse problema, o CaSEJ [Souza, Classe e Castro 2023] estrutura a descoberta de requisitos por meio de um canvas visual, favorecendo que aspectos cruciais do problema de saúde e da proposta terapêutica sejam explicitados antes de qualquer discussão técnica.

Após a coleta, a fase de Análise e Modelagem de Requisitos torna-se crítica para resolver conflitos potenciais entre engajamento e fidelidade clínica. Os trabalhos apontam para a necessidade de modelos que formalizem essa relação, evitando que a gamificação ofusque o propósito terapêutico. O modelo MECHA [Robertson et al. 2021] exemplifica essa prática ao oferecer uma estrutura de rastreabilidade lógica, na qual

técnicas de mudança de comportamento são mapeadas diretamente para mecânicas de jogo específicas. Isso demonstra um esforço de engenharia para modelar o conhecimento médico em algoritmos, transformando diretrizes abstratas de saúde em regras de sistema concretas e testáveis.

Na etapa de Especificação, a análise dos trabalhos indica o abandono de longos documentos textuais em favor de especificações visuais ou formalizadas. O uso do Agile Storyboarding [Ramalho et al. 2024] surge como uma técnica de especificação visual, funcionando como um contrato entre as equipes médica e técnica ao detalhar, quadro a quadro, como as restrições físicas dos pacientes devem ser respeitadas pela interface do jogo.

Finalmente, a Validação em jogos sérios para a saúde transcende a verificação funcional do código, exigindo a validação contínua da eficácia e da viabilidade terapêutica [Roungas 2021]. A literatura converge para a adoção de processos de co-design e para a inserção de especialistas nos ciclos de desenvolvimento ágil, como observado no projeto RollAbility [Ravers et al. 2025]. Diferentemente do *software* tradicional, em que a validação ocorre frequentemente ao final do processo, a presença de especialistas durante as iterações funciona como um mecanismo de validação contínua, buscando que a implementação técnica não se desvie dos protocolos de reabilitação estabelecidos.

Em resumo, os métodos e processos de Engenharia de *Software* identificados nesta revisão são, em essência, adaptações da Engenharia de Requisitos para que as intervenções digitais em saúde possuam coerência clínica e lúdica. Para fornecer uma visão integral de como a área está abordando essas lacunas, a Tabela 3.2 categoriza os estudos selecionados, detalhando os tipos de soluções propostas e os métodos de avaliação empregados.

A análise dos estudos selecionados nesta Revisão Sistemática da Literatura revela que os principais desafios e inovações no desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde estão intrinsecamente ligados à disciplina de Engenharia de Requisitos (ER). Diferentemente do desenvolvimento convencional, em que as regras de negócio costumam ser explícitas, o domínio da saúde exige a tradução de protocolos clínicos complexos em mecânicas de jogo interativas.

A partir desta revisão, observou-se a predominância de metodologias ágeis adaptadas, frequentemente complementadas por artefatos visuais e por frameworks de design participativo. Essas práticas visam facilitar a elicitação e especificação de requisitos antes da codificação, para que as necessidades clínicas sejam compreendidas por toda a equipe técnica. A literatura indica uma forte tendência ao uso de mapeamentos formais, nos quais os protocolos clínicos servem de base para a criação das mecânicas, favorecendo a rastreabilidade entre o objetivo médico e a regra do jogo.

Além disso, a conversão de necessidades clínicas em requisitos de *software*, no

Tabela 3.2: Visão Geral dos Estudos Seleccionados

Estudos	Tipo	Abordagem	Propósito do Jogo	Avaliação
[Robertson et al. 2021]	Modelo	Behaviour Change Wheel/ MECHA	Mudança de Comportamento	Estudo de Desenv.
[Roungas 2021]	Framework	Game Design Framework	Saúde Mental (Câncer)	Proposta Conceitual
[Honorato et al. 2021]	Sistema	Ágil/Design Centrado no Usuário	Tratamento de Autismo	Validação com Especialistas
[Trindade, Pereira e Hounsell 2022]	Método	Elicitação de Requisitos	Autismo (Motor/Social)	Validação de Requisitos
[Carlier et al. 2023]	Framework	Framework de ES/Design Reutilizável	Reabilitação Física	Simulação
[Souza, Classe e Castro 2023]	Artefato	Canvas (CASEJ)/Design Participativo	Saúde Geral	Validação com Especialistas
[Ramalho et al. 2024]	Processo	Agile Storyboarding /Co-design	Reabilitação Física	Estudo com Usuários
[Ravers et al. 2025]	Estudo de Caso	Alinhamento de Protocolo	Habilidades em Cadeira de Rodas	Estudo de Caso

contexto de um jogo sério, não deve ser um processo exclusivo de desenvolvedores. Outro fator determinante para que o jogo sério alcance seu objetivo de equilibrar a parte lúdica e a clínica é o entendimento de que o papel do especialista em saúde não é apenas o de um consultor externo pontual, mas também o de um membro ativo e estrutural da equipe de desenvolvimento. Essa colaboração ocorre por meio de modelos de design participativo, nos quais os profissionais de saúde participam diretamente da definição dos parâmetros do jogo e dos critérios de sucesso.

Em suma, conclui-se que os métodos e processos de Engenharia de Software aplicados a este domínio constituem adaptações sofisticadas da Engenharia de Requisitos. Portanto, a integração da ER, estruturada pelo design participativo no processo de desenvolvimento de jogos sérios para a área da saúde, é um dos fatores determinantes que a implementação técnica não se desvie dos protocolos clínicos, visando, assim, a coerên-

cia, a eficácia clínica e a segurança das intervenções digitais em saúde.

3.2 *Framework de Karl Wieggers e Joy Beatty* (2013)

A Engenharia de Requisitos (ER) adotada neste trabalho fundamenta-se na metodologia proposta por [Wieggers e Beatty 2013], justificada por sua capacidade de organizar a comunicação entre domínios distintos, como a Saúde e a Tecnologia. Em projetos de jogos sérios, a principal causa de falhas reside na lacuna entre a necessidade clínica e a mecânica implementada. Para mitigar esse risco, o modelo estabelece uma distinção rigorosa entre três níveis de requisitos que devem estar permanentemente alinhados. No topo, os Requisitos de Negócio descrevem os objetivos de alto nível, o porquê de o jogo ser criado. Abaixo, os Requisitos de Usuário definem as metas e tarefas que as classes de usuários devem cumprir, estabelecendo a experiência e os resultados esperados para o jogador. Por fim, os Requisitos Funcionais detalham os comportamentos do sistema e as mecânicas de jogo que permitirão ao usuário atingir os objetivos propostos.

Essa estrutura hierárquica é operacionalizada por meio de um processo subdividido em atividades iterativas de desenvolvimento. A Elicitação, fase inicial desse ciclo, envolve a identificação de requisitos por meio da colaboração direta com os *stakeholders*. No contexto de jogos sérios, é vital envolver não apenas desenvolvedores, mas também especialistas de domínio e usuários finais, considerando limitações e preferências sensoriais específicas do paciente para evitar o erro comum de recorrer a substitutos que não compreendem a necessidade real. Uma vez descobertos, esses elementos passam pela fase de Análise, na qual o desafio central é harmonizar a eficácia clínica e a jogabilidade. Nesta etapa, os requisitos são examinados para verificar consistência e viabilidade, decompondo objetivos de alto nível em detalhes técnicos para que a mecânica atenda ao objetivo clínico sem comprometer o engajamento.

A formalização desse equilíbrio ocorre na Especificação, que consiste na documentação do conhecimento em um repositório compartilhado. Este registro deve transcender funcionalidades básicas, detalhando requisitos de qualidade como usabilidade e acessibilidade, servindo como um acordo que orienta a fidelidade da implementação ao que foi validado. Por fim, o ciclo se encerra com a Validação, momento em que se confirma se o sistema especificado realmente resolve o problema proposto. Por meio de revisões e da prototipagem rápida, é possível testar o fluxo de jogo com o público-alvo antes do desenvolvimento completo, reduzindo o retrabalho e evitando que erros de concepção se tornem falhas estruturais permanentes.

Ao alinhar as expectativas entre programadores e profissionais de saúde, o *framework* transforma objetivos abstratos em mecânicas concretas. Como observa Frederick

Brooks [[Brooks Jr 1987](#)], a tarefa mais complexa na criação de um sistema é decidir exatamente o que construir; portanto, essa sistematização permite estabelecer um controle rigoroso de escopo, mantendo o foco no valor terapêutico entregue ao usuário final.

3.3 Governança e Maturidade no Desenvolvimento de Software para Saúde

Enquanto a Engenharia de Requisitos de *Wieggers e Beatty* fornece a estrutura para a concepção do framework, o *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) [[CMMI Product Team 2006](#)] oferece um modelo de referência para a estabilidade e a melhoria dos processos envolvidos. A justificativa para a escolha do CMMI reside na necessidade de transformar o desenvolvimento de jogos sérios, frequentemente tratado como um processo criativo artesanal, em um processo de engenharia maduro e auditável. Deste modelo, este trabalho absorve as áreas de processo de desenvolvimento e de gestão de requisitos, visando institucionalizar a rastreabilidade e a previsibilidade. O objetivo é propiciar que o sucesso de um JS não dependa do talento individual de um desenvolvedor, mas de um processo padronizado que permita verificar, em qualquer etapa, se os protocolos clínicos inegociáveis estão sendo cumpridos e documentados.

O modelo organiza a evolução organizacional em cinco níveis de maturidade, que representam um caminho lógico para a melhoria de processos. O Nível 1 (Inicial) é caracterizado por processos imprevisíveis e reativos, nos quais o sucesso depende do esforço individual. Para superar essa fase, o Nível 2 (Gerenciado) estabelece que os projetos sejam planejados, executados e monitorados de acordo com processos documentados, fazendo com que as práticas sejam mantidas sob pressão e que sucessos anteriores possam ser repetidos. Já o Nível 3 (Definido) representa um salto qualitativo em que os processos deixam de ser específicos de um projeto e passam a ser institucionalizados como padrões organizacionais, permitindo que diferentes equipes utilizem a mesma base metodológica e a adaptem a diversos domínios clínicos. Acima desses, o Nível 4 (Gerenciado Quantitativamente) introduz o controle estatístico sobre o desempenho dos processos, enquanto o Nível 5 (Em Otimização) foca na melhoria contínua e na inovação tecnológica incremental.

A integração desses níveis, especialmente a transição entre o 2 e o 3 é o ponto central desta pesquisa, que visa elevar a confiabilidade do artefato final em jogos sérios. Enquanto o Nível 2 faz com que os requisitos clínicos do projeto atual não se percam durante o desenvolvimento, o Nível 3 provê a infraestrutura para que o *framework* proposto se torne um ativo replicável. Dessa forma, busca-se que a rastreabilidade e a verificação de protocolos de saúde deixem de ser ações isoladas e tornem-se parte

intrínseca da cultura de engenharia da equipe.

A aplicação de conceitos do CMMI nesta pesquisa objetiva fundamentar a maturidade do processo, conferindo rigor metodológico ao *framework*. Ao adotar tais práticas, a metodologia visa mitigar riscos de interpretação, frequentes em contextos multidisciplinares de saúde. Além disso, a abordagem favorece a consistência do processo, permitindo que a metodologia seja tratada como um ativo organizacional. Sob o status de Processo Definido, busca-se que diferentes equipes possam produzir soluções com níveis equivalentes de eficácia e segurança.

3.4 O Papel e a Classificação dos Frameworks na Engenharia de Software

Para auxiliar no gerenciamento da complexidade inerente ao desenvolvimento de sistemas, a engenharia de software adota *frameworks* que padronizam e otimizam tanto o esforço humano quanto o computacional. Em sua definição mais abrangente, um *framework* atua como uma estrutura de suporte pré-definida que serve de alicerce para a organização, o planejamento e a execução de um projeto, evitando a redundância na resolução de problemas recorrentes [Pressman e Maxim 2021]. No contexto computacional, essas estruturas operam em níveis de abstração distintos e dividem-se primariamente em duas categorias: os tecnológicos e os metodológicos [Fayad, Schmidt e Johnson 1999].

Os *frameworks* tecnológicos, ou de aplicação, consistem em ecossistemas de bibliotecas, interfaces de programação (APIs) e ferramentas que fornecem uma arquitetura de software reutilizável. Ao solucionarem problemas de infraestrutura de código como o acesso a banco de dados ou a renderização gráfica em motores de jogos, eles permitem que o desenvolvedor concentre seus esforços exclusivamente nas regras de negócio específicas da aplicação. Em contrapartida, os *frameworks* metodológicos, ou conceituais, operam na camada de governança. Em vez de fornecerem código executável, eles estabelecem um conjunto estruturado de práticas, processos, papéis e diretrizes documentais [Sommerville 2011]. Seu propósito central é orquestrar o comportamento da equipe e sistematizar as fases do ciclo de vida do projeto.

Na literatura acadêmica, a classificação dessas estruturas expande-se para atender a diferentes objetivos de pesquisa e desenvolvimento, podendo ser categorizadas em conceituais, teóricas, práticas e híbridas [Macedo e Souza 2022]. O *framework* conceitual utiliza construtos teóricos para organizar o processo de pesquisa, construindo uma representação (visual ou narrativa) de como as variáveis se relacionam para solucionar um problema específico. O *framework* teórico, por sua vez, funciona como um guia alicerçado em teorias pré-existentes, direcionando a análise para que o estudo mantenha o

rigor e não se desvie de seus limites metodológicos. Já os *frameworks* práticos são amplamente aplicados nas ciências exatas para a construção de artefatos concretos, abrangendo desde a engenharia de software até a adoção de metodologias ágeis (como *Scrum* e *SAFe*), consolidando-se a partir do acúmulo de conhecimento empírico. Por fim, o modelo híbrido busca, de maneira simultânea, compreender um fenômeno e orientar a sua respectiva implementação em um contexto real.

A importância da adoção desses modelos no processo de engenharia de software reside na superação do desenvolvimento *ad hoc* cenário em que o êxito do projeto depende excessivamente do talento individual ou do improviso, promovendo a transição para um processo maduro e previsível [CMMI Product Team 2006]. A adoção de um *framework* metodológico assegura a repetibilidade dos processos, mitiga ruídos na comunicação multidisciplinar e estabelece uma linha de base sólida para as etapas de validação e verificação [Sommerville 2011].

No âmbito da construção de sistemas, os *frameworks* de aplicações (frequentemente estruturados sob o paradigma de orientação a objetos) desempenham a função vital de determinar a arquitetura do software [Carneiro e Neto 2003]. Diferentemente de uma biblioteca de classes convencional, na qual os componentes são acionados de forma isolada pelo desenvolvedor, o *framework* dita o controle de fluxo da aplicação e predefine os parâmetros estruturais do projeto. Para que essa arquitetura permaneça adaptável a diferentes contextos, sua construção exige o mapeamento dos chamados *hot spots* (pontos de flexibilidade). Esses pontos consistem em áreas variáveis deixadas propositalmente abertas para que o desenvolvedor as estenda e especialize conforme as especificidades da aplicação. O uso dessas estruturas promove a reutilização de software em alto nível, o que reduz substancialmente os custos e o tempo de desenvolvimento, além de elevar a qualidade e a confiabilidade do produto final. Contudo, essa adoção introduz complexidades que demandam gerenciamento rigoroso, tais como a detecção precisa dos *hot spots*, o controle da evolução arquitetural e a mitigação da curva de aprendizado exigida para a correta instanciação do *framework*.

Em domínios críticos e multidisciplinares, como no desenvolvimento de tecnologias interativas para a saúde, o emprego de arcabouços metodológicos é o mecanismo que impede o desvio de finalidade terapêutica. Eles instrumentalizam a equipe para capturar o conhecimento dos especialistas de domínio e traduzi-lo em requisitos técnicos coerentes. Isso justifica a adoção de modelos formais de gestão como o ciclo de vida de requisitos proposto por [Wieggers e Beatty 2013] e a busca pela conformidade com modelos de maturidade, assegurando que o artefato final entregue robustez técnica e segurança clínica.

3.5 DiagnosTEA: Antecedentes e Limitações do Desenvolvimento *Ad hoc*

O projeto DiagnosTEA [Barbosa et al. 2024] representa a experiência prática que motivou a formalização desta dissertação. A trajetória que levou à proposição deste framework teve início em 2022, por meio de uma RSL que investigava se jogos digitais poderiam ser utilizados no contexto do TEA. Este trabalho inicial concentrou-se na investigação de como jogos digitais poderiam auxiliar no diagnóstico e/ou na terapia do TEA, que estabeleceu as bases conceituais para a criação de uma ferramenta auxiliar [Barbosa e Ribeiro 2022].

Posteriormente, o projeto avançou para a construção do DiagnosTEA, um jogo digital desenvolvido no motor Unity, fundamentado em parâmetros clínicos e destinado a atuar como solução auxiliar em contextos terapêuticos [Barbosa et al. 2024]. Contudo, apesar do rigor na fundamentação teórica do transtorno e das publicações científicas que validaram as diretrizes de design [Barbosa, Carvalho e Berretta 2025], a materialização do software enfrentou barreiras críticas que impediram sua adoção pelo usuário final.

A análise retroativa do DiagnosTEA revela que seu desenvolvimento ocorreu majoritariamente *ad hoc*. Embora houvesse uma fundamentação teórica robusta, o processo de engenharia não adotou um design participativo, o que gerou distanciamento entre as mecânicas implementadas e a realidade clínica dos profissionais e dos pacientes.

A ausência de uma metodologia de Engenharia de Requisitos no projeto DiagnosTEA resultou em uma série de limitações que comprometeram a validade da intervenção. A falta de rastreabilidade impediu a existência de um mapeamento formal que vinculasse cada funcionalidade lúdica a um protocolo clínico específico, o que dificultou a validação da eficácia terapêutica do jogo. Além disso, a carência de mecanismos de governança de software e controle de maturidade gerou barreiras na entrega final, impedindo que o artefato atingisse a estabilidade necessária para o uso em ambientes clínicos reais. Por fim, observou-se uma desconexão multidisciplinar, visto que a ausência de artefatos centralizadores impediu que a autoridade de domínio e os desenvolvedores compartilhassem uma visão técnica única e auditável do projeto.

Desta forma, o DiagnosTEA constitui o principal pressuposto para a elaboração do framework apresentado nesta dissertação. A falha na implementação prática do projeto anterior evidenciou que, para além das diretrizes de design, é imperativo o uso de um arcabouço que possibilite a rastreabilidade e a maturidade do processo de software. Este trabalho propõe-se, portanto, a corrigir estas lacunas, transitando de um desenvolvimento empírico para um processo de engenharia maduro e previsível.

3.6 Trabalhos Relacionados

Há pesquisas que têm explorado metodologias e frameworks para o desenvolvimento de jogos sérios no domínio da saúde, buscando equilibrar o rigor clínico com o engajamento lúdico. Os trabalhos apresentados a seguir discutem desde a elicitação de requisitos específicos para condições como o TEA e o câncer até a estruturação de processos baseados em modelos de engenharia de software e em design centrado no usuário. Estes estudos foram selecionados por fundamentarem a necessidade de uma abordagem sistemática, como a proposta nesta dissertação.

Em primeiro lugar, o trabalho de [Trindade, Pereira e Hounsell 2022] (Trabalho A) foca na elicitação de requisitos para exergames em chão interativo voltados ao público autista. Assim como nesta pesquisa, os autores destacam que o levantamento de requisitos deve envolver especialistas de domínio e considerar as particularidades sensoriais do TEA. Eles estabeleceram uma lista de 30 requisitos (hardware e software), reforçando que a Engenharia de Requisitos é a base para visar que o JS considere as necessidades de processamento sensorial dos usuários.

No que concerne à colaboração, o projeto RollAbility, desenvolvido por [Ravers et al. 2025] (Trabalho B), apresenta um estudo de caso sobre o alinhamento do design de jogos com protocolos clínicos de treinamento de habilidades em cadeira de rodas. O diferencial deste trabalho é o uso de processos iterativos com especialistas e designers para auxiliar para que as metas de experiência do jogador não comprometam a eficácia terapêutica. Ele corrobora a visão desta dissertação de que a validação clínica deve ser integrada ao ciclo de vida do desenvolvimento.

No âmbito de frameworks de design, [Roungas 2021] (Trabalho C) propõe uma metodologia voltada a aliviar emoções negativas em pacientes com câncer. O trabalho foca em dois pilares: a metodologia de design para objetivos emocionais e a escolha da tecnologia adequada. Embora focado em oncologia, o estudo destaca a importância de uma estrutura formal para traduzir necessidades emocionais e clínicas em elementos de jogo, o que se alinha à fase de análise de requisitos aqui discutida.

Adicionalmente, [Carlier et al. 2023] (Trabalho D) avança na discussão técnica ao propor um framework de engenharia de software voltado ao design reutilizável e personalizado de jogos sérios. Os autores criticam a abordagem de tamanho único e defendem uma estrutura que permita a transferência de conhecimento de domínio. Este trabalho destaca a importância da especificação e da padronização (Nível 3 do CMMI) buscadas nesta pesquisa, a fim de favorecer a repetibilidade do processo.

Sob uma perspectiva metodológica distinta, [Ramalho et al. 2024] (Trabalho E) utiliza storyboarding ágil e co-design para desenvolver jogos voltados à artrite psoriática. O foco aqui é a colaboração ativa entre pacientes e terapeutas na criação de mecânicas

rítmicas. Este estudo exemplifica a aplicação prática da fase de Elicitação proposta em nosso framework, na qual a comunicação entre desenvolvedor, especialista e usuário é essencial para o sucesso da solução.

Outra contribuição relevante advém de [Robertson et al. 2021] (Trabalho F), que introduz o modelo Behaviour Change Wheel para integrar a ciência da mudança de comportamento ao design de jogos. O trabalho foca em como os requisitos de negócio (objetivos de saúde) devem ser transformados em intervenções comportamentais no jogo. Ele oferece uma base teórica robusta para a fase de análise de requisitos, auxiliando para que o mecanismo de benefício do jogo seja cientificamente embasado.

Somando-se a essas abordagens, o trabalho de [Souza, Classe e Castro 2023] (Trabalho G) apresenta o CaSEJ, um Canvas de Game Design específico para o brainstorming de jogos voltados à saúde. A ferramenta auxilia na formalização rápida de ideias, facilitando a comunicação entre equipes multidisciplinares. Para esta dissertação, o CaSEJ é visto como uma técnica de apoio à fase de Elicitação e Especificação, ajudando a evitar o desvio do escopo (*scope creep*) desde as fases iniciais.

Por fim, o projeto Strong, de [Honorato et al. 2021] (Trabalho H), descreve o desenvolvimento e a avaliação de um jogo para auxiliar no tratamento do TEA. Os autores enfatizam a fase de Validação com usuários reais para medir o engajamento e a aprendizagem. O estudo destaca que, sem uma validação rigorosa, é impossível verificar se o jogo realmente contribua para o desenvolvimento cognitivo do público autista.

3.6.1 Posicionamento do Trabalho

Frente aos projetos comentados, esta dissertação se posiciona como uma síntese metodológica que une a Engenharia de Requisitos, disciplinada por [Wieggers e Beatty 2013], ao rigor de maturidade do CMMI. Enquanto os trabalhos A, E e H focam em estudos de caso específicos (TEA e reabilitação), e os trabalhos C, D e F propõem frameworks de design e comportamento, a presente pesquisa oferece uma metodologia universal para a saúde.

O diferencial reside na aplicação do Nível 3 de Maturidade (Processo Definido): ao contrário de abordagens que descrevem como um jogo foi feito, este trabalho propõe um processo para que jogos de saúde sejam realizados de forma sistemática. Ao integrar a rastreabilidade exigida pelo CMMI à flexibilidade necessária ao design de jogos, o framework visa a manter a fidelidade clínica em todas as etapas, criando um produto organizacional transferível para qualquer domínio da saúde.

Nesse contexto, a proposta também se diferencia substancialmente das ferramentas puramente estruturais ao se consolidar estritamente como um **framework metodológico**. Enquanto parte considerável da literatura foca em *frameworks* pontuais de abstra-

ção, o presente trabalho atua de forma transversal na camada de governança do projeto. É justamente essa natureza conceitual baseada na orquestração de papéis, processos e diretrizes documentais que permite superar o desenvolvimento *ad hoc* e preencher a lacuna de sistematização evidenciada nos estudos correlatos.

A **Tabela 3.3** apresenta uma visão comparativa que sintetiza as principais características dos estudos analisados em relação à proposta desta pesquisa, destacando as lacunas preenchidas por este framework.

Trabalho	Domínio	Eng. Re- quisitos	CMMI	Foco Principal
Trabalho A	TEA	Sim	Não	Requisitos de Hardware e Software
Trabalho B	Motricidade	Sim	Não	Alinhamento Clínico e UX
Trabalho C	Oncologia	Parcial	Não	Design de Objetivos Emocionais
Trabalho D	Saúde Geral	Sim	Não	Reutilização e Personalização
Trabalho E	Artrite	Parcial	Não	Co-design e Storyboarding
Trabalho F	Comportamento	Parcial	Não	Mudança de Comportamento
Trabalho G	Saúde Geral	Sim	Não	Brainstorming (Canvas)
Trabalho H	TEA	Parcial	Não	Avaliação de Aprendizagem
Proposta deste Trabalho	Saúde Geral	Sim	Sim	Rigor, Qualidade e Repetibilidade

Tabela 3.3: Comparação entre os trabalhos relacionados e a proposta desta pesquisa.

3.7 Considerações Finais

A convergência entre os achados da Revisão Sistemática da Literatura, os preceitos de Engenharia de Requisitos de [Wieggers e Beatty 2013], os níveis de maturidade do CMMI e as lições aprendidas no projeto DiagnosTEA permitiu consolidar os pressupostos fundamentais para a realização desta pesquisa. Este capítulo evidenciou que a principal lacuna no desenvolvimento de jogos sérios para saúde não reside na ausência de

tecnologia, mas na falta de métodos que busquem o equilíbrio entre a eficácia clínica e o engajamento lúdico por meio de processos formais.

A RSL demonstrou que a literatura atual carece de processos universais e auditáveis, enquanto o modelo de [Wieggers e Beatty 2013] forneceu a estrutura de níveis de requisitos indispensável para organizar a comunicação multidisciplinar. Complementarmente, a integração da governança do CMMI endereçou o objetivo de transformar o desenvolvimento assistemático em um fluxo de engenharia maduro com a previsibilidade e a rastreabilidade necessárias ao setor da saúde. Por fim, os antecedentes práticos do DiagnosTEA serviram como prova de conceito retrospectiva, confirmando que, sem um arcabouço de requisitos e design participativo, mesmo soluções tecnicamente robustas falham em atingir a fidelidade clínica e a aceitação do usuário.

A consolidação desses pressupostos corrobora a premissa de que a construção de tecnologias interativas para a saúde não é puramente um desafio de programação, mas essencialmente um desafio de gestão e processos. A definição e a adoção de um *framework metodológico* mostram-se, assim, fundamentais. Ao operar na camada de governança em vez de focar apenas na aplicação tecnológica, esse arcabouço instrumentaliza a equipe multidisciplinar para organizar as complexas variáveis clínicas e traduzi-las em requisitos de software antes mesmo da codificação.

Portanto, o conjunto de antecedentes e pressupostos aqui detalhado é o que valida a relevância técnica e científica desta pesquisa, fornecendo a base empírica para a solução que se pretende entregar. Com as lacunas devidamente identificadas e os pilares teóricos estabelecidos, o capítulo seguinte apresenta o *framework* proposto, detalhando a arquitetura operacional e os artefatos concebidos para sistematizar a Engenharia de Requisitos em Jogos Sérios para a Saúde.

***Framework* para a Engenharia de Requisitos de Jogos Sérios para a Saúde**

Este capítulo apresenta a proposta central desta pesquisa: um *framework* estruturado para orientar o processo de Engenharia de Requisitos no desenvolvimento de jogos sérios para saúde. A abordagem aqui descrita é fundamentada nos pilares estabelecidos nos capítulos anteriores, consolidando a fundamentação teórica e as lições aprendidas nos antecedentes em uma solução operacional.

Inicialmente, descreve-se a arquitetura geral do *framework*, detalhando sua estrutura cíclica e os papéis dos diferentes *stakeholders* envolvidos. Em seguida, o capítulo aprofunda-se em cada uma das etapas do processo, apresentando os artefatos específicos concebidos para apoiar a transposição de protocolos clínicos para o ambiente lúdico. Por fim, detalham-se os mecanismos de rastreabilidade, conectando a execução técnica aos objetivos estratégicos de saúde definidos.

4.1 Visão Geral e Arquitetura do *Framework*

Na engenharia de software, o termo *framework* frequentemente remete a infraestruturas tecnológicas voltadas à reutilização de código. Contudo, no escopo desta pesquisa, o termo é empregado em sua acepção metodológica e conceitual. Um *framework* metodológico consiste em uma estrutura de suporte lógico que define papéis, processos e artefatos, fornecendo um arcabouço padronizado que pode ser instanciado e adaptado para resolver problemas complexos em domínios específicos [Sommerville 2011, Pressman e Maxim 2021].

Neste sentido, a proposição deste trabalho configura-se estritamente como um Framework Metodológico de Engenharia de Requisitos. A literatura recente aponta que a construção de Jogos Sérios para a Saúde ocorre, majoritariamente, de forma ad hoc, resultando em soluções que carecem de governança, documentação estruturada e que apresentam dificuldades de reuso [Carlier et al. 2023, Maxim e Arnedo-Moreno 2025]. O *framework* aqui proposto atua exatamente na mitigação dessa lacuna, fornecendo a

infraestrutura necessária para mediar o conflito inerente entre a criatividade exigida pelo game design e o rigor imposto pelos protocolos clínicos de saúde.

Para atingir esse objetivo, o framework foi concebido como uma solução metodológica adaptável para diversos contextos, capaz de ser aplicada em múltiplos domínios da saúde — desde a reabilitação física até intervenções cognitivas e educacionais. A estrutura proposta baseia-se em um fluxo modular no qual a lógica metodológica busca preservar a consistência entre diferentes áreas da saúde ou grupos demográficos. Para tanto, o modelo prevê a calibração do conteúdo por especialistas de domínio e a adaptação aos perfis de usuários envolvidos, permitindo que a base metodológica seja aplicada a diferentes cenários.

Como base operacional, a arquitetura ancora-se no modelo organizacional proposto por [Leavitt e March 1962], que enfatiza que a mudança efetiva e o desempenho do sistema resultam da interação dinâmica entre componentes humanísticos (Pessoas), estruturais (Processos) e tecnológicos (Produto). A contribuição original deste modelo reside na inovação de integrar essa tríade ao ciclo iterativo e incremental de desenvolvimento e gestão de requisitos estipulado por [Wieggers e Beatty 2013], unindo-os aos padrões CMMI Nível 3. Essa integração fornece uma estrutura orientada a processos que prioriza a maturidade da engenharia em detrimento do conteúdo específico do domínio, permitindo a repetibilidade intersetorial. Ao fazê-lo, o framework transforma o desenvolvimento de jogos terapêuticos assistemáticos em um ativo organizacional auditável e repetível.

Com isso, a arquitetura consolida-se sustentada por três pilares interdependentes: Pessoas (Stakeholders Multidisciplinares), Processos (Ciclo de Requisitos baseado em [Wieggers e Beatty 2013]) e Produtos (Artefatos de Suporte à Robustez). Esta tríade visa propiciar que a robustez de um jogo sério resulte diretamente da convergência de perspectivas distintas e complementares, promovendo uma colaboração multidisciplinar pautada no design participativo.



Figura 4.1: Arquitetura Operacional do *Framework*

Conforme ilustrado na Figura 4.1, a aplicação deste modelo ocorre por meio de um núcleo de decisão centralizado nos *stakeholders*, que orbitam um ciclo contínuo de refinamento de requisitos. O objetivo central desta configuração é fazer com que toda a mecânica lúdica seja implementada com uma justificativa clínica clara e rastreável, prevenindo o desenvolvimento assistemático.

Dessa forma, o *framework* atua como um guia operacional que orienta a equipe desde a identificação inicial das necessidades clínicas até a validação final junto ao paciente. A arquitetura visa favorecer um ciclo de desenvolvimento que avance apenas quando houver consenso técnico e clínico, utilizando a Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM) como o elo que conecta as fases de engenharia à implementação física do jogo.

4.2 Estrutura Operacional do *Framework*

A operação do *framework* é detalhada em três passos fundamentais que organizam a colaboração multidisciplinar e a evolução do software.

4.2.1 Definição de *Stakeholders*

A arquitetura de *stakeholders* do *framework* caracteriza-se por sua natureza adaptativa e modular, permitindo que a metodologia seja aplicada em diversos cenários da saúde. Cada eixo atua com autonomia funcional em sua área de especialidade, mantendo a integridade da lógica metodológica, independentemente do domínio clínico em que está inserido. Enquanto o Profissional de TI preserva suas atribuições técnicas e de engenharia para a viabilização do software, os perfis do Profissional de Saúde e do Usuário Final são variáveis e definidos pelo contexto terapêutico específico. Assim, o especialista em saúde será sempre aquele que detém o conhecimento do protocolo clínico visado pela parte séria do jogo, e o usuário final será o paciente pertencente ao grupo demográfico, com o objetivo de que o *framework* funcione como um modelo estável para diversas intervenções digitais.

Dito isso, um diferencial desta proposta metodológica é a inclusão do Usuário Final entre os *stakeholders* diretos e ativos no processo de engenharia. Frequentemente, em abordagens de design participativo na saúde, o profissional da saúde atua como o único intermediador das necessidades do paciente, o que pode resultar em lacunas de engajamento e em falhas de acessibilidade. Para mitigar o problema do desenvolvimento de soluções que ignoram a experiência real do paciente, este *framework* exige que o usuário final seja ouvido como elemento central, visando que o jogo sério seja condizente com o seu perfil.



Figura 4.2: Definição dos *Stakeholders*.

A estrutura de atores apresentada na Figura 4.2 é composta por:

- **Usuário Final:** Atua na definição das preferências e requisitos de usuário, auxiliando para que o engajamento, a jogabilidade e a acessibilidade sejam respeitados. O

perfil deste ator varia conforme o contexto clínico, sem que a lógica do *framework* precise ser alterada.

- **Profissional da Saúde:** Atua como a Autoridade de Domínio no projeto, sendo responsável por definir as regras de negócio, os objetivos terapêuticos e os protocolos de segurança clínica inegociáveis. É o especialista que detém o conhecimento do contexto clínico alvo da parte séria do jogo.
- **Profissional de TI:** Responsável pela arquitetura técnica e de engenharia, definindo os requisitos funcionais e avaliando a viabilidade tecnológica das mecânicas propostas em relação ao hardware e ao software disponíveis.

Essa tríade visa propiciar que cada decisão de projeto seja validada sob as óticas da eficácia terapêutica, da experiência do jogador e da viabilidade de engenharia. Ao elevar o paciente ao papel de stakeholder, o *framework* mitiga o risco de criar intervenções tecnicamente corretas, mas que falham no engajamento por não refletirem as reais necessidades e preferências de quem as utilizará.

4.2.2 Execução dos Processos de Engenharia de Requisitos

O funcionamento interno do *framework* é estruturado para transformar o desenvolvimento de jogos sérios para a saúde em um processo organizado, com o objetivo de auxiliar na manutenção do equilíbrio, evitando que o engajamento lúdico se sobreponha à fidelidade clínica. Logo, esse modelo sistematiza o ciclo de vida da Engenharia de Requisitos em quatro etapas principais, conforme ilustrado na Figura 4.3. Este processo é inerentemente iterativo e incremental: a cada ciclo, as funcionalidades são refinadas e validadas, permitindo que o jogo evolua em complexidade sem perder o rigor clínico estabelecido nas fases iniciais. As etapas e seus respectivos processos incrementais são detalhados a seguir.

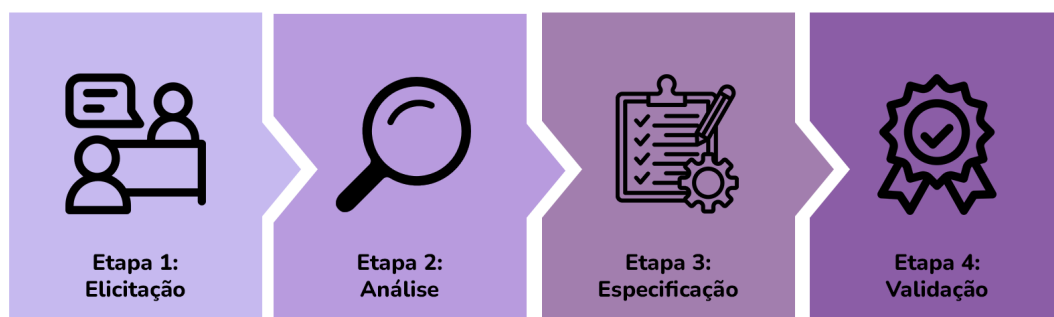


Figura 4.3: Etapas do Fluxo Metodológico

Fase 1: Elicitação

Nesta fase inicial, a atividade principal consiste na realização de entrevistas estruturadas e de grupos focais, contando exclusivamente com a participação da Autoridade de Domínio e do Usuário Final. O objetivo central é extrair o conhecimento sobre a condição clínica e as necessidades reais de quem utilizará o jogo. Esta proposta aqui apresentada estrutura as necessidades em três níveis de abstração crescentes, permitindo a comunicação entre clínicos e desenvolvedores:

- **Requisitos de Negócio (RN):** Explicam o porquê estratégico da existência do software. São os objetivos da organização e do corpo clínico (ex: reduzir custos terapêuticos, melhorar o engajamento).
- **Requisitos de Stakeholders (STK-REQ):** Descrevem o que os usuários e especialistas precisam realizar com o sistema em suas tarefas práticas.
- **Requisitos de Sistema (RS):** Representam o como isso será implementado. São as funcionalidades técnicas puras (Requisitos Funcionais e Não Funcionais) traduzidas para a equipe de desenvolvimento.

O processo de elicitação, neste *framework*, transcende a mera coleta de desejos, configurando-se como um exercício de interpretação multidisciplinar. A construção do Fluxo de Rastreabilidade Multidisciplinar inicia-se no diálogo direto com os *stakeholders*, no qual as evidências clínicas e as dores do usuário final são capturadas em sua forma mais bruta, para que esses dados se transformem em diretrizes executáveis. Este fluxo funciona como o primeiro filtro analítico da elicitação, mapeando conceitos subjetivos da saúde para a semântica da engenharia. É por meio desta tradução que se estabelece o nexo causal do fluxo de rastreabilidade: uma observação diagnóstica (origem) é convertida em uma necessidade de stakeholder, que, por sua vez, dita uma regra de negócio, criando um produto final que seja um reflexo fiel e auditável das evidências coletadas em campo.

Fase 2: Análise

A fase de análise atua como o filtro de viabilidade do projeto, sendo conduzida com foco na perspectiva do profissional de TI, que avalia as demandas levantadas na etapa anterior. A atividade central é possibilitar que as mecânicas de jogo propostas sejam tecnicamente capazes de capturar e processar os dados de saúde necessários ao tratamento, resultando na elaboração de um Estudo de Viabilidade Técnica e na Priorização de Requisitos.

Fase 3: Especificação

Nesta etapa, a proposta ganha forma documental para a implementação prática, mantendo-se o foco no trabalho do profissional de TI na consolidação das diretrizes de desenvolvimento. A atividade concentra-se na criação de um guia único e coeso que sincronize os esforços das equipes de *design* e programação, materializado por meio da Especificação de Requisitos de *Software* (SRS) e do Documento de *Design* de Jogo Sérioso (GDD-Sérioso), com base no modelo de [Vasconcellos e Carvalho 2023]. Estes documentos estabelecem uma linha de base estável para o desenvolvimento, permitindo a rastreabilidade entre a função lúdica projetada e a função clínica exigida, de modo que o software final seja fiel ao planejamento inicial.

Fase 4: Validação

A etapa final do ciclo visa confirmar se o incremento construído realmente agrega o valor terapêutico pretendido, exigindo a participação conjunta da Autoridade de Domínio, do Usuário Final e do Profissional de TI. A atividade envolve testagens reais e sessões de uso para verificar se o sistema atende tanto às expectativas de engajamento do usuário quanto aos requisitos de segurança da autoridade de saúde. O principal artefato gerado é o conjunto de KPIs (Key Performance Indicators), que fornecem métricas quantitativas sobre o desempenho do jogo e a evolução do paciente, oferecendo a base de dados necessária para decidir se o próximo incremento de desenvolvimento pode ser iniciado ou se ajustes no ciclo atual são necessários.

4.2.3 Instrumentalização da Robustez: Documentação de Requisitos e Artefatos de Suporte

Esta documentação visa mitigar a perda de informações decorrente da multidisciplinaridade do projeto e evitar desvios do propósito clínico. Ao consolidar as decisões em artefatos padronizados, o *framework* busca alinhar as práticas aos modelos de maturidade de engenharia, auxiliando na construção de um processo de desenvolvimento documentado e passível de auditoria.

O Documento de Requisitos assume, portanto, o papel de artefato centralizador e de contrato de produto, integrando o propósito terapêutico às metas de engenharia. Ele funciona como a materialização da linha de base estabelecida ao longo da execução dos processos de Engenharia de Requisitos. Para viabilizar a aplicação prática, este documento foi estruturado como um modelo padronizado (Tabela 4.1), cujas diretrizes orientam a equipe na busca pela integridade técnica e clínica do projeto.

Artefato/Seção	Diretrizes para Preenchimento (Modelo)
1. Perfis de <i>Stakeholders</i>	Identificar Autoridade de Domínio (Saúde), Profissional de TI e Usuário Final.
2. Requisitos de Negócio	Consolidar as metas estratégicas.
3. Requisitos de <i>Stakeholders</i>	Consolidar as necessidades diretas dos atores.
4. Regras de Negócio (RN)	Listar protocolos clínicos e restrições lógicas que governam o comportamento do sistema.
5. Estudo de Viabilidade e Priorização	Filtrar requisitos frente aos recursos técnicos, definindo o escopo real de implementação.
6. <i>Game Design Document</i> (GDD-Sério)	Mapear elementos lúdicos fundamentados em [Vasconcellos e Carvalho 2023] vinculados aos objetivos de saúde.
7. Especificação de Requisitos (SRS)	Detalhar os requisitos funcionais (RF) e não funcionais (RNF) para a implementação.
8. Critérios de Aceitação (KPI)	Definir métricas quantificáveis para a transição para a Fase de Validação.
9. Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)	Vincular a origem clínica ao componente técnico e à métrica de teste.

Tabela 4.1: Modelo do Documento de Requisitos para Jogos Sérios

Para viabilizar a rastreabilidade entre os domínios da Saúde e da Computação, este *framework* adota uma padronização de identificadores (IDs). Esta nomenclatura permite que cada elemento, do objetivo estratégico ao indicador de desempenho, seja auditável em qualquer fase do ciclo:

Os identificadores são compostos por prefixos que denotam a natureza do requisito, seguidos por uma numeração sequencial (representada por '00'), conforme detalhado a seguir:

- **RN-BRD-00 (Business Requirements):** Define as necessidades de alto nível e os objetivos estratégicos do projeto (ex.: redução do custo terapêutico ou escalabilidade).
- **STK-REQ-00 (Stakeholder Requirements):** Representa as necessidades diretas dos atores envolvidos (Médicos, Psicólogos e Usuários Finais) capturadas durante a fase de elicitação.
- **RN-00 (Business Rules/Regras de Negócio):** Estabelece as leis lógicas e as restrições clínicas que o sistema deve seguir obrigatoriamente (ex.: proibição de

punição ou de uso de linguagem literal).

- **RF-00 (Functional Requirements):** Descreve as funcionalidades técnicas que o software deve executar para atender aos requisitos dos *stakeholders*.
- **RNF-00 (Non-Functional Requirements):** Define critérios de qualidade, como acessibilidade sensorial, estabilidade de desempenho (frames per second) e segurança de dados.
- **KPI-00 (Key Performance Indicators):** Identifica as métricas e os critérios de aceitação a serem utilizados para validar se o requisito foi cumprido com sucesso.

Os instrumentos gerados ao longo da execução materializam a governança de software e atuam como mecanismos de suporte à maturidade, facilitando a manutenção do projeto a longo prazo e permitindo a medição objetiva e sistemática da qualidade. Detalham-se a seguir os componentes essenciais:

1. Perfis de *Stakeholders*

Este artefato formaliza a tríade multidisciplinar e documenta oficialmente quem integra a equipe do projeto, definindo a sustentação do projeto e as responsabilidades de cada membro. Nele, detalham-se as atribuições e o nível de autoridade do Profissional da Saúde, do Profissional de TI e do Usuário Final. A definição clara desses papéis evita lacunas de responsabilidade, propiciando que cada integrante da equipe identifique exatamente qual requisito deve validar ao longo do ciclo iterativo.

2. Requisitos de Negócio:

Os Requisitos de Negócio (RN-BRD) constituem a camada mais alta de abstração do documento e definem o porquê do desenvolvimento do jogo sério sob a ótica do valor e da viabilidade. Eles estabelecem as metas estratégicas que justificam o projeto, indo além das funcionalidades técnicas para focar em resultados terapêuticos e operacionais de longo prazo.

A função primordial dos RN-BRD é auxiliar para que o projeto mantenha sua relevância institucional e científica, servindo como o critério de sucesso final para os gestores e autoridades de domínio. No fluxo de rastreabilidade, os Requisitos de Negócio dão origem aos KPIs estratégicos que validam se o investimento no software atingiu o impacto social e clínico planejado.

3. Requisitos de *Stakeholders*

Diferentemente da visão estratégica dos requisitos de negócio, os requisitos de *stakeholders* descrevem as necessidades, dores e expectativas diretas das pessoas que

interagem com a solução. Este artefato é o resultado imediato da Fase 1 (Elicitação) e atua como a “voz” dos atores envolvidos: o Usuário Final (paciente) e a Autoridade de Domínio (corpo clínico).

Nesta etapa, as falas e observações coletadas em campo são transformadas em necessidades descritivas. O foco aqui é o problema do usuário, e não a solução técnica. Os STK-REQ são fundamentais para o *framework*, pois buscam auxiliar para que o sistema seja construído para preencher lacunas reais de comunicação e de interação identificadas nos relatos dos especialistas e do paciente.

4. Regras de Negócios (Protocolos Clínicos)

As Regras de Negócio constituem o artefato primário gerado na Fase 1 (Elicitação) e servem de alicerce clínico do *framework*. Elas são descrições formais dos protocolos terapêuticos, dos limites de segurança e das diretrizes clínicas que devem governar o comportamento do jogo.

Este documento traduz o conhecimento da Autoridade de Domínio em sentenças lógicas que orientarão os desenvolvedores, buscando que os objetivos de saúde não sejam negligenciados em favor de mecânicas meramente recreativas. Na arquitetura proposta, as Regras de Negócio são o ponto de origem na RTM, visando fundamentar que cada decisão de *design* subsequente tenha fundamento clínico documentado.

5. Estudo de Viabilidade Técnica e Priorização

O Estudo de Viabilidade Técnica e Priorização constitui a entrega consolidada da Fase 2 (Análise). Enquanto, na Elicitação, o escopo é exploratório, é na fase de Análise que o Profissional de TI define os limites reais do projeto com base na viabilidade tecnológica. Este documento atua como o Contrato Clínico-Tecnológico, filtrando o que o sistema pretende realizar e delimitando o que está fora de sua capacidade de intervenção. Sua manutenção rigorosa impede o desvio de finalidade, fazendo com que o desenvolvimento se concentre nos objetivos terapêuticos tecnicamente exequíveis.

6. *Game Design Document* Sérió

O GDD-Sérió é o artefato central de *design* na Fase 3 (Especificação), consolidando a narrativa, a estética e as mecânicas lúdicas do projeto. No contexto deste *framework*, adota-se o modelo GDD-Sérió, proposto por [Vasconcellos e Carvalho 2023], que fornece uma estrutura específica para o desenvolvimento de jogos sérios, equilibrando os elementos de entretenimento com os objetivos de aprendizagem ou de terapia. Este artefato atua de forma integrada à Especificação de Requisitos de Software, detalhando como cada requisito clínico será traduzido em elementos visuais e interativos.

É fundamental destacar que o GDD-Sério não é um artefato estático, e sim um documento vivo e iterativo. No contexto deste *framework*, o documento é preenchido progressivamente: a cada novo ciclo de aplicação das quatro fases, ele ganha profundidade e detalhamento. Diferentemente das abordagens tradicionais, nas quais se tenta prever todo o jogo antes da implementação, o documento evolui conforme os requisitos são validados pelos *stakeholders*. Assim, o preenchimento completo das seções do modelo ocorre de forma incremental, acompanhando o amadurecimento das funcionalidades.

Portanto, o diferencial do GDD-Sério neste arcabouço é sua vinculação direta à RTM, transformando mecânicas de jogo fundamentadas no modelo de [Vasconcellos e Carvalho 2023] em ferramentas de intervenção clínica. Isso propicia que o engajamento lúdico sirva como o veículo para a entrega do valor clínico planejado, mantendo a rastreabilidade entre a intenção do *design* e a necessidade do paciente.

7. Especificação de Requisitos de Software

A Especificação de Requisitos de Software (SRS) formaliza as capacidades técnicas do sistema na Fase 3 (Especificação), servindo como o guia técnico para a equipe de programação. Este documento detalha os requisitos funcionais (RF) e não funcionais (RNF), estabelecendo a linha de base técnica para a implementação física do jogo.

Dentro da lógica de maturidade do *framework*, a SRS orienta que o software seja construído de forma auditável e passível de manutenção. Através da rastreabilidade bidirecional, cada requisito de software é mapeado de volta à sua respectiva Regra de Negócio, com objetivo de que o produto final seja uma representação fiel e segura do protocolo clínico original.

8. Key Performance Indicators

No contexto deste *framework*, os *Key Performance Indicators* (KPIs) são definidos estritamente como critérios de validação e de aceitação de *software*. Alinhados à etapa final do ciclo de requisitos da metodologia de [Wieggers e Beatty 2013], os KPIs estabelecem as métricas que viabilizam a transição para a Fase 4 (Validação), definindo o patamar mínimo de qualidade técnica e de eficácia clínica que o produto em desenvolvimento deve atingir para ser considerado bem-sucedido.

A principal função de um KPI neste *framework* é parametrizar a eficácia do jogo, transformando metas clínicas frequentemente subjetivas em métricas objetivas, mensuráveis e testáveis. Com o intuito de validar os requisitos elencados na Fase 1 (Elicitação), cada KPI deve ser individualizado para cada funcionalidade implementada na linha de base. Cada métrica deve estar diretamente vinculada a um Requisito Funcional (RF), a um Requisito Não Funcional (RNF) ou a algum elemento do *Game Design*

Document (GDD-Sério), permitindo uma análise granular do sucesso do jogo sério tanto na vertente clínica quanto na técnica.

Para este trabalho, a justificativa do uso de KPIs reside na necessidade de comprovar empírica e cientificamente que o *framework* é capaz de gerar produtos que atendam rigorosamente às metas de saúde estabelecidas. Dentro da governança exigida pelo modelo de maturidade CMMI, os KPIs funcionam como a prova concreta de que a rastreabilidade foi bem-sucedida. Ao estabelecer métricas claras, o *framework* permite uma medição objetiva e sistemática, transformando o *feedback* subjetivo em dados quantificáveis. São esses dados que sustentam a auditoria do projeto e fundamentam a tomada de decisão da equipe multidisciplinar, atestando a integridade técnica do *software* e validando se o incremento construído está apto a avançar para o próximo ciclo iterativo.

9. Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)

A Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM) é o artefato que auxilia na manutenção da integridade do ciclo de desenvolvimento ao atuar como o guia que une as quatro fases da metodologia e integra as perspectivas dos três *stakeholders*. Sua principal função é auxiliar para que qualquer evolução no projeto mantenha a rastreabilidade com a linha de base definida e que nenhum requisito clínico ou lúdico se perca durante a tradução técnica e que toda funcionalidade implementada possua uma justificativa clara, prevenindo o desenvolvimento assistemático e favorecendo conformidade com as regras de negócio sejam seguidas.

A RTM funciona como um mapa bidirecional que formaliza a colaboração multidisciplinar, sendo preenchida progressivamente visando favorecer a rastreabilidade contínua entre os eixos do projeto. No fluxo que compreende da Elicitação à Análise (Fases 1 e 2), a matriz registra as Regras de Negócio e os objetivos definidos pela Autoridade de Domínio em conjunto com o Usuário Final. A partir desses registros, o profissional de TI utiliza a RTM para vincular tais objetivos às mecânicas de jogo, objetivando que a viabilidade técnica considere a necessidade clínica original.

Já no percurso da Especificação à Validação (Fases 3 e 4), a RTM desempenha o papel de conectar os documentos técnicos (SRS) aos de *design* (GDD-Sério). Finalmente, na quarta fase, a matriz associa cada requisito a um KPI de validação específico, permitindo que os três *stakeholders* verifiquem de forma conjunta se o incremento construído atende às expectativas de saúde, segurança e usabilidade estabelecidas no início do ciclo.

O modelo da RTM permite o acompanhamento do requisito desde a sua origem até o destino de validação:

ID Re- quisito	Necessidade Clínica (Ori- gem)	Requisito de Software / Game Design	Mecânica do Jogo (Imple- mentação)	KPI de Valida- ção
[Cód. ID]	Descrição do objetivo terapêutico ou regra de segurança clínica.	Tradução técnica da necessidade em termos de funcionalidade de software.	Descrição do elemento lúdico que materializa o requisito no jogo.	Métrica quantitativa ou critério de aceitação para o teste final.

Tabela 4.2: Modelo da Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)

A eficácia do preenchimento da matriz depende da atribuição clara de responsabilidades:

- **ID Requisito:** Identificador único para cada item, essencial para a gestão de configuração e o controle de versões, conforme padrões de maturidade.
- **Necessidade Clínica (Origem):** Preenchida na Fase 1 pela Autoridade de Domínio, em colaboração com o Usuário Final, para definir o porquê da funcionalidade existir.
- **Requisito de Software/Game Design:** Preenchida na Fase 2 pelo Profissional de TI para descrever as capacidades técnicas necessárias para atender à demanda clínica.
- **Mecânica do Jogo (Implementação):** Preenchida na Fase 3 pelo profissional de TI para detalhar como o requisito será percebido visualmente e como interagirá com o usuário no ambiente lúdico.
- **KPI de Validação (Destino):** Definida na Fase 1 e verificada na Fase 4 por todos os *stakeholders* para estabelecer o indicador de desempenho que comprova o sucesso técnico e terapêutico.

4.3 Considerações finais

A utilização deste modelo auxilia na documentação da linha de base seja documentada por meio da combinação dos artefatos gerados (GDD-Sério, SRS e RTM). O estabelecimento desta estrutura impede que o objetivo varie desordenadamente ao longo do processo e propicia a manutenção sustentável. Caso o sistema precise sofrer evoluções futuras, o documento permite que novos desenvolvedores compreendam não apenas o que foi construído, mas por que foi construído e como isso impacta o paciente, evidenciando que o processo atingiu o patamar de Processo Definido (Nível 3 do CMMI).

A maturidade do *framework* é consolidada pela capacidade de realizar rastreabilidade bidirecional, requisito indispensável para mitigar desvios de finalidade clínica ao longo do ciclo de vida do projeto. Nesta arquitetura, a RTM atua como o integrador analítico que conecta os artefatos da linha de base, operacionalizando o controle de qualidade sob três perspectivas:

A maturidade desta abordagem é consolidada pela rastreabilidade bidirecional, que operacionaliza o controle de qualidade sob três perspectivas fundamentais: a Validação Clínica, que assegura a presença de mecânicas para cada requisito de saúde; a Validação Técnica, que evita o desperdício de recursos em funcionalidades sem valor terapêutico; e a Análise de Medição, que confronta os KPIs obtidos com as metas documentadas para fundamentar a tomada de decisão sobre o sucesso de cada iteração funcional.

Essa integração documental provê uma capacidade de análise diagnóstica que eleva o processo aos níveis Gerenciado e Definido do modelo CMMI. Uma vez consolidada esta linha de base, o projeto encontra-se apto para a implementação técnica. Contudo, por ser inerentemente iterativo e incremental, o *framework* impõe que qualquer modificação em protocolos ou elementos lúdicos force o retorno às fases de engenharia, assegurando que a rastreabilidade seja atualizada antes de novas implementações.

Em suma, a solução aqui proposta responde diretamente às lacunas de comunicação e governança identificadas nos antecedentes desta pesquisa, preparando o terreno para a demonstração prática da sua eficácia. No capítulo seguinte, a aplicação deste *framework* será apresentada por meio de um Estudo de Caso, no qual a sistemática aqui descrita é utilizada para orientar o replanejamento e a evolução do projeto DiagnosTEA.

Estudo de Caso

Este capítulo apresenta a aplicação prática do framework no desenvolvimento de um jogo sério voltado a adultos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O estudo de caso descreve o percurso metodológico desde a elicitação de requisitos com o usuário final até a consolidação da linha de base técnica.

Visando propiciar clareza na execução e a rastreabilidade dos resultados, a aplicação do estudo de caso será estruturada seguindo a arquitetura do *framework* proposto, que é sustentada pelos pilares interdependentes de: Pessoas, identificando os *stakeholders* multidisciplinares e seus papéis na construção do conhecimento clínico e técnico; Processos, detalhando o fluxo iterativo das etapas de elicitação, análise, especificação e validação; e Produtos, apresentando os artefatos de suporte à robustez, como o GDD-Sério, SRS e RTM.

De forma paralela ao desenvolvimento metodológico deste trabalho, a submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP)¹ da Universidade Federal de Goiás foi um passo essencial para viabilizar a realização do estudo de caso e a validação do framework. Este processo desenvolveu-se em diversas etapas, visando a que os procedimentos de elicitação e os testes práticos respeitassem a integridade física e psíquica dos envolvidos, bem como mitigassem quaisquer riscos à saúde dos participantes. A aprovação do projeto pelo CEP constituiu o marco legal e ético que permitiu o início formal das entrevistas e das avaliações².

A condução destas atividades seguiu os protocolos estabelecidos, incluindo a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado no Apêndice A. Para fins de conformidade ética e preservação do anonimato, todos os participantes deste estudo de caso são referenciados por códigos identificadores, conforme sua função no projeto: UF para Usuário Final, PS para Profissional de Saúde e DEV para Desenvolvedor.

¹Disponível em: <https://cep.prpi.ufg.br>.

²Os detalhes desta aprovação podem ser verificados na Plataforma Brasil (plataformabrasil.saude.gov.br) sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 8442725.6.0000.5083, com parecer de aprovação número 7.615.894.

5.1 Pessoas - *Stakeholders* Multidisciplinares

A primeira dimensão do framework concentra-se no capital humano e na diversidade de perspectivas necessárias para equilibrar os aspectos lúdicos, tecnológicos e clínicos do projeto. Para este estudo de caso, foram selecionados 6 (seis) stakeholders principais, cujos perfis complementares proporcionam uma visão abrangente do cenário em que o jogo será aplicado. Dito isso, a viabilização deste estudo de caso dependeu da formação de uma equipe multidisciplinar voluntária. A procura por participantes ocorreu por meio de redes de contatos acadêmicas e de contatos diretos com instituições de apoio ao neurodesenvolvimento. Para a formalização da participação, todos os voluntários receberam um formulário eletrônico contendo o TCLE, que detalha o uso dos dados para fins de pesquisa.

As entrevistas foram agendadas e realizadas via videoconferência, sendo integralmente gravadas para posterior transcrição e análise. O perfil dos voluntários selecionados reflete as três perspectivas do framework:

- **UF-01:** Adulto diagnosticado com TEA, com alto nível de letramento digital e como programador, representando a voz do usuário que consome tecnologia.
- **PS-01:** Médico Psiquiatra especializado em TEA, com experiência no uso de tecnologias assistivas em ambiente clínico.
- **PS-02:** Neuropsicóloga especialista em avaliação cognitiva e pragmática, no movimento social e na interpretação de metáforas para pessoas com TEA.
- **PS-03:** Médico Psiquiatra, coordenador de ambulatório, com foco na estruturação da rotina, na previsibilidade e na modelagem comportamental para pessoas com TEA.
- **DEV-01:** Pesquisadora e desenvolvedora deste projeto, responsável pela análise técnica de viabilidade e pela arquitetura de requisitos.
- **DEV-02:** Engenheiro de Software especialista em sistemas convencionais, responsável pela validação técnica externa dos artefatos.

A escolha destes perfis visou mitigar o abismo de comunicação comum no desenvolvimento de tecnologias assistivas. Enquanto UF-01 define o “o quê” incomoda no dia a dia, PS-01, 02 e 03 fornecem o embasamento científico sobre o “porquê” de certas intervenções, e DEV-01 consolida o “como” transformar essas necessidades em um produto digital funcional e escalável.

5.2 Processos - Ciclo de Requisitos

A dimensão Processos operacionaliza a transformação das necessidades brutas de saúde em especificações técnicas por meio do fluxo iterativo estabelecido pelo *fra-*

mework. Nesta aplicação prática, o ciclo de elicitação, análise, especificação e validação foi executado de forma que a validação de um requisito com um especialista gerasse a análise de viabilidade técnica conduzida pelo desenvolvedor. Esta dinâmica sistemática assegurou que o replanejamento do jogo não se perdesse em subjetividades, convertendo conceitos clínicos e sociais em regras de sistema e mecânicas de jogo auditáveis, conforme preconizado pela metodologia desta pesquisa.

5.2.1 Aplicação da Fase 1: Elicitação

A Fase 1 consistiu na coleta de dados primários por meio de entrevistas semi-estruturadas (Apêndice B, com o objetivo de identificar as necessidades funcionais e as restrições de domínio. O processo foi dividido em duas etapas complementares objetivando a convergência entre a experiência do usuário e o rigor clínico.

Elicitação com o Usuário Final (UF-01)

A entrevista com o UF-01 foi pautada por um roteiro focado na jornada do jogador e nas barreiras sensoriais. Os principais questionamentos envolveram a experiência prévia com jogos comerciais e as causas de abandono de títulos anteriores. As pontuações mais relevantes do stakeholder foram:

- **Barreiras de Comunicação:** O UF-01 destacou a dificuldade em interpretar diálogos subjetivos ou sarcásticos em jogos narrativos. Como solução, sugeriu indicadores visuais de “temperatura” ou de afinidade para tornar objetiva a intenção dos NPCs.
- **Fadiga Sensorial:** Foi apontado que sons agudos repentinos ou o excesso de elementos visuais piscantes (flashes) causam desconforto imediato, levando à interrupção da atividade.
- **Mecânicas Punitivas:** O usuário expressou frustração com sistemas de “Game Over” que resultam em perda significativa de progresso, sugerindo uma progressão mais modular e acolhedora.

Validação com a Autoridade de Domínio (PS-01)

Após a análise inicial das expectativas e demandas do UF-01, realizou-se a entrevista com o PS-01 para avaliar a viabilidade terapêutica das propostas. O questionário focou em protocolos de intervenção para adultos com TEA e em segurança clínica. As principais contribuições foram:

- **Sincronia Multimodal:** O PS-01 enfatizou que, para o público TEA, a informação deve ser redundante e coerente. Foi estabelecido que o tom de voz, a expressão

facial do personagem e a legenda devem estar em sincronia absoluta para evitar a desorientação cognitiva.

- **Princípio de *No-Harm*:** O especialista pontuou que o jogo deve oferecer uma pausa ou encerramento sem punição, favorecendo que o software não se torne um agente estressor em caso de sobrecarga sensorial.
- **Coleta de Metadados:** Uma pontuação crucial do PS-01 foi a necessidade do sistema gerar logs de desempenho. Para o clínico, o valor do jogo sério reside na capacidade de transformar a interação em dados que auxiliem no estadiamento e no acompanhamento do paciente.

Validação com a Autoridade de Domínio (PS-02)

Dando continuidade à Fase 1, realizou-se uma entrevista semiestruturada com uma neuropsicóloga (PS-02), com experiência em avaliação e terapia de adultos no espectro autista. O objetivo foi aprofundar a compreensão dos gatilhos de ansiedade e das barreiras à comunicação pragmática.

A especialista destacou que adultos com TEA nível 1 frequentemente obtêm bons resultados em testes de reconhecimento facial estático (fotos), mas enfrentam severas dificuldades com o “movimento social”, a dinâmica rápida em que a expressão facial, a linguagem corporal e o tom de voz mudam simultaneamente. Além disso, a PS-02 relatou a dificuldade dos pacientes em aplicar filtros sociais entre a verdade literal, a conveniência social e a rigidez mental perante figuras de linguagem e metáforas.

Esses achados clínicos foram submetidos ao protocolo de tradução do framework, gerando impactos diretos no GDD e na Especificação de Requisitos. Definiu-se que o jogo deve transcender o uso de imagens estáticas, utilizando animações dinâmicas para os NPCs e incorporando mecânicas de “tradução” de metáforas, nas quais o erro não pune o jogador, mas oferece um feedback pedagógico sobre o funcionamento da linguagem figurada. Para o módulo de metadados, a PS-02 solicitou a inclusão da latência de resposta, do tempo de tomada de decisão, um indicador crucial para medir hesitação ou impulsividade durante a interação social.

Validação com a Autoridade de Domínio (PS-03)

Para concluir a etapa de validação clínica da Fase 1, realizou-se uma entrevista com um médico psiquiatra (PS-03), coordenador de ambulatório e especialista em diagnóstico e acompanhamento de adultos no espectro autista. O foco desta elicitação foi a gestão da ansiedade e a estruturação do aprendizado social.

O PS-03 destacou que a principal fonte de ansiedade para o adulto com TEA não é a interação social em si, e sim a falta de previsibilidade. Conversas não estruturadas são

desgastantes. Portanto, o aprendizado deve começar em cenários de alta previsibilidade e de interesse restrito antes de avançar para situações imprevisíveis. Outro ponto crucial levantado foi a eficácia da modelagem e da repetição, em detrimento da interpretação abstrata: o paciente aprende melhor repetindo o cenário várias vezes, com orientações claras, do que tentando adivinhar o que a expressão facial do outro significa.

Por fim, o especialista alertou para o risco de infantilização. Como o TEA nível 1 apresenta grande variabilidade, um jogo com um nível único de dificuldade pode ofender pacientes com maior experiência. A partir destas observações, o framework traduziu esses dados em novos requisitos: a criação de um Módulo de Setup/Profiling obrigatório antes do gameplay (para ajustar a dificuldade), a categorização dos níveis por Grau de Previsibilidade e a substituição do conceito de “Game Over” por um Loop de Correção imediato e objetivo.

Do Clínico para o Técnico

Com o intuito de preservar a integridade dos dados coletados na fase de elicitación e evitar ambiguidades na transição entre os domínios da Saúde e da Computação, os relatos dos *stakeholders* foram submetidos a um protocolo de tradução terminológica. A Tabela 5.1 demonstra como os objetivos estratégicos, observações comportamentais e diagnósticas foram mapeados para termos técnicos de engenharia, servindo como o insumo fundamental para a construção do Fluxo de Rastreabilidade Multidisciplinar. Este processo de tradução favorece que cada objetivo de negócio (RN-BRD), necessidade de *stakeholder* (STK-REQ) e sua respectiva Regra de Negócio (RN) possuam umnexo causal direto com as evidências clínicas, permitindo que a especificação técnica final e os KPIs converjam em requisitos únicos, auditáveis e com validade terapêutica preservada.

Origem (STK)	Necessidade (STK-REQ)	Requisito de Negócio (RN-BRD)	Regra de Negócio (RN)
PS-02	STK-REQ-05: Treino de nuances e formalidades social.	RN-BRD-04: Vali- dade Científica.	RN-02: Proibição de metáforas nas instruções do sistema.
UF-01	STK-REQ-02: Segurança Sensorial (barreiras físicas).	RN-BRD-03: Engajamento e Retenção.	RN-04: Proibição de estímulos aversivos (sons e luzes).
PS-01	STK-REQ-03: Feedback pedagógico e modelagem.	RN-BRD-01: Apoio Terapêutico.	RN-01: Loop de Correção (Proibição de <i>Game Over</i>).
PS-03	STK-REQ-06: Evitar a infantilização do adulto.	RN-BRD-03: Engajamento e Retenção.	RN-03: Previsibilidade de Cenário (Escalonamento).
UF-01 / PS-02	STK-REQ-01: Apoio à leitura social das interações.	RN-BRD-01: Apoio Terapêutico.	RN-02: Uso de linguagem denotativa pura no HUD.
PS-01 / PS-03	STK-REQ-04: Acompanhamento de progresso clínico.	RN-BRD-05: Privacidade e Conformidade.	RN-BRD-05: Proteção e integridade dos dados (LGPD).

Tabela 5.1: Fluxo de Rastreabilidade Multidisciplinar do Framework

5.2.2 Aplicação da Fase 2: Análise

Após a validação clínica das demandas do Usuário Final pela Autoridade de Domínio, os requisitos foram submetidos ao Profissional de TI para análise de viabilidade. Esta etapa é crucial para a governança do projeto, pois tem o objetivo de validar se as promessas terapêuticas do documento de requisitos sejam tecnicamente viáveis de implementar no ciclo atual.

Nesta fase, o DEV-01 realizou o processamento técnico das necessidades elicitadas na etapa anterior. O objetivo da análise foi transformar os diálogos subjetivos e as recomendações clínicas em requisitos estruturados, avaliando a viabilidade de implementação e a priorização de funcionalidades. Para tal, foi construída a Tabela 5.2, na qual se utilizaram o Estudo de Viabilidade Técnica e a categorização por impacto clínico.

Um dos principais desafios desta fase foi equilibrar a alta fidelidade exigida pela autoridade de domínio (PS-01, PS-02 e PS-03) com as restrições sensoriais do usuário final (UF-01). Por exemplo, enquanto houve a sugestão de utilizar vídeos reais para o treinamento de microexpressões, a análise técnica optou por animações digitais controladas. Esta decisão pretendeu favorecer a estabilidade de frames e evitar estímulos visuais imprevisíveis que poderiam causar sobrecarga sensorial, conforme identificado no RNF-05.

A análise também permitiu a identificação de dependências críticas: o sistema de feedback (REQ-03) não poderia ser implementado sem antes definir a lógica de impropriedade social (REQ-06). Dessa forma, a Fase 2 consolidou a lista de requisitos priorizados, descartando funcionalidades que não contribuíssem diretamente para os KPIs de validação ou acarretavam riscos de infantilização do produto. O resultado desta etapa foi o mapeamento que deu origem ao Fluxo de Rastreabilidade Multidisciplinar (Tabela 5.1), servindo de insumo imediato para a redação dos artefatos de especificação.

A conclusão desta análise permite que o projeto avance para a Fase 3 com um risco técnico reduzido, uma vez que as funcionalidades de alta complexidade foram mapeadas e as de baixo esforço foram priorizadas visando a segurança sensorial imediata do usuário.

5.2.3 Aplicação da Fase 3: Especificação

Nesta etapa, o foco recai sobre a dimensão Produtos, na qual os requisitos analisados são formalizados em artefatos de engenharia e de design. A especificação foi estruturada para servir como um guia único de desenvolvimento, dividindo-se em duas frentes complementares: a Especificação de Requisitos de Software (SRS) e o Game Design Document (GDD-Sério).

A SRS concentrou-se nos aspectos técnicos e de infraestrutura, detalhando os Requisitos Funcionais (como o módulo de telemetria para o psiquiatra) e os Requisitos Não Funcionais (como os limites de frequência sonora para evitar crises sensoriais). Já o GDD-Sério traduziu as necessidades clínicas em elementos de jogo, definindo a Dimensão Narrativa (os cenários de convivência), a Dimensão Visual (a interface do termómetro social) e a Dimensão Procedimental (as regras de diálogo e o loop de correção).

A integração destes dois documentos contribui para a robustez do projeto e evidencia alinhamento com o CMMI. Enquanto a SRS busca estabelecer que o sistema é tecnicamente estável e acessível, o GDD-Sério visa propiciar que a experiência lúdica mantém a sua eficácia terapêutica. Esta documentação conjunta permite que qualquer equipe de desenvolvimento compreenda não apenas o que deve ser codificado, mas também por que cada funcionalidade é vital para o utilizador final com TEA.

Com isso, os requisitos analisados foram formalizados nos documentos que compõem a linha de base do software, todos disponíveis em 5.3.1. O resultado foi a elaboração do GDD-Sério e da SRS, que servem como o manual de construção do jogo. O foco principal foi a tradução das diretrizes dos *stakeholders* em diagramas de fluxo e especificações de interface, propiciando que o desenvolvedor tenha um guia explícito para a implementação, reduzindo retrabalhos por má interpretação clínica. É importante ressaltar que, devido à natureza iterativa do *framework*, esses artefatos estabelecem os fundamentos do projeto e serão preenchidos em sua totalidade à medida que novas iterações forem executadas, reduzindo o risco de retrabalho decorrente de interpretações clínicas equivocadas desde o início do desenvolvimento.

5.2.4 Aplicação da Fase 4: Validação

A última etapa do ciclo de vida de requisitos dedica-se a verificar se as especificações geradas na Fase 3 permanecem fiéis às necessidades elicitadas na Fase 1. No contexto deste *framework*, a validação não se limita a uma revisão técnica de código, mas foca na Validação de Propósito Clínico e na Auditoria de Engenharia. Para tal, utilizaram-se dois instrumentos principais de controle: os Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) e a Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM).

Validação com a Autoridade de Domínio (DEV-02)

Após a consolidação da linha de base de requisitos, o *framework* foi submetido a uma auditoria técnica externa conduzida pelo Engenheiro de Software DEV-02, especialista em sistemas convencionais. Esta etapa cumpre o papel de validação de engenharia, visando atestar a clareza, a completude e a ausência de ambiguidades nos artefatos produzidos, demonstrando que o *framework* foi compreensível para profissionais que não possuem domínio prévio na área de jogos.

De acordo com o protocolo de validação (Apêndice C), o especialista avaliou a integridade do Documento de Requisitos e da RTM. O parecer técnico indicou que o *framework* atinge um nível satisfatório de maturidade documental, permitindo a compreensão donexo causal entre a saúde e a computação. No entanto, o especialista apontou que, embora a intenção clínica esteja clara, a rastreabilidade relacionada aos requisitos RF-05, RN-BRD-04 e STK-REQ-04 foram consideradas sub-especificadas para fins de implementação rigorosa.

Para mitigar este risco, o *framework* prevê a execução de um novo Ciclo de Requisitos focado no detalhamento das rastreabilidades relacionadas a protocolos clínicos específicos e à validade estatística do relatório final. Esta iteração visa reduzir a subjetividade na interpretação dos requisitos pelo desenvolvedor, mantendo a previsibilidade e a

maturidade pretendidas para o processo. O *feedback* fornecido pelo DEV-02 resultou na exclusão desses artefatos específicos da “fatia vertical” (protótipo) deste trabalho até que os ajustes necessários fossem realizados, evitando o início da implementação fundamentada em requisitos ambíguos. A integração de uma perspectiva da engenharia de *software* convencional ao processo indica que a documentação gerada provê suporte a um desenvolvimento auditável, alinhando o ciclo de vida do jogo sério aos padrões de maturidade do modelo CMMI.

Validação de Propósito e Critérios de Aceitação

Complementarmente à auditoria técnica, a Validação de Propósito foca na eficácia clínica pretendida. Os KPIs foram definidos para medir o sucesso terapêutico e a usabilidade do jogo. Eles permitem transformar metas subjetivas, como “melhorar a interação social”, em métricas objetivas e auditáveis, como a “taxa de acerto em situações de duplo sentido (KPI-06)”. Por outro lado, a RTM uniu cada decisão de design a uma necessidade real de um *stakeholder*. Por meio deste instrumento, observou-se que, se um requisito não apresentasse uma origem clara em uma demanda relatada pelo usuário (UF) ou pelos especialistas (PS), ele seria reavaliado ou descartado, evitando o desperdício de recursos e um escopo inflado.

A conclusão desta fase demonstra que o framework constrói um projeto que mantém a integridade desde a elicitação até a implementação. Ao final da validação, os stakeholders confirmaram que os artefatos produzidos (SRS e GDD-Sério) refletem uma solução que respeita as limitações sensoriais do autista adulto, promove o aprendizado por modelagem e oferece aos clínicos os dados necessários ao acompanhamento terapêutico. Com a matriz consolidada e os critérios de aceitação definidos, o projeto encontra-se pronto para a etapa de implementação física com riscos de rejeição minimizados.

5.3 Produtos - Artefatos de Suporte à Robustez

Os produtos gerados neste ciclo constituem a *linha de base* de configuração do jogo sério. Estes artefatos, detalhados na Seção 5.3.1, incluem o Documento de Requisitos de Produto, o Game Design Document (GDD-Sério), a Especificação de Requisitos de Software (SRS) e a Matriz de Rastreabilidade (RTM).

5.3.1 Documento de Requisitos

Perfil dos *Stakeholders*:

- **Usuário Final (UF-01):** Adulto com TEA, com alto nível de letramento digital e entusiasta de jogos digitais.
- **Profissional da Saúde (PS-01):** Médico psiquiatra, especialista em neurodesenvolvimento, com foco em intervenções digitais.
- **Profissional da Saúde (PS-02):** Neuropsicóloga especialista em avaliação cognitiva e pragmática, no movimento social e na interpretação de metáforas, para pessoas com TEA.
- **Profissional da Saúde (PS-03):** Médico Psiquiatra, coordenador de ambulatório, com foco na estruturação da rotina, na previsibilidade e na modelagem comportamental para pessoas com TEA.
- **Profissional de TI (DEV-01):** Pesquisadora e desenvolvedora deste projeto, responsável pela análise técnica de viabilidade e pela arquitetura de requisitos.
- **Profissional de TI (DEV-02):** Engenheiro de Software especialista em sistemas convencionais, responsável pela validação técnica externa dos artefatos.

Requisitos de Negócio:

- **RN-BRD-01 (Redução de Custo Terapêutico):** O sistema deve atuar como uma ferramenta complementar à terapia presencial, permitindo que o paciente pratique habilidades sociais em ambiente doméstico, otimizando o tempo das sessões clínicas.
- **RN-BRD-02 (Escalabilidade de Atendimento):** O software deve permitir que um único profissional de saúde monitore, de forma assíncrona, o progresso de múltiplos pacientes por meio dos relatórios gerados.
- **RN-BRD-03 (Engajamento e Retenção):** O jogo deve possuir mecânicas que favoreçam uma taxa de retenção mínima (em sessões semanais), combatendo o alto índice de abandono comum em terapias convencionais de repetição.
- **RN-BRD-04 (Validade Científica/Mercadológica):** Todo o conteúdo pedagógico do jogo deve ser rastreável a protocolos clínicos validados (DSM-5/CID-11), auxiliando na credibilidade do produto perante instituições de saúde.
- **RN-BRD-05 (Privacidade e Conformidade):** O sistema deve ser projetado em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), especialmente no tratamento de dados sensíveis de saúde.

Requisitos de Stakeholders

- **STK-REQ-01 (Apoio à Pragmática):** O usuário final (UF-01) necessita de um mecanismo que materialize pistas sociais subjetivas, reduzindo a carga cognitiva na interpretação das intenções dos NPCs.
- **STK-REQ-02 (Segurança Sensorial):** O usuário final requer um ambiente controlado em que estímulos visuais e auditivos possam ser ajustados para evitar gatilhos de sobrecarga (crises).
- **STK-REQ-03 (Feedback Pedagógico):** Os especialistas (PS-01, PS-03) necessitam que o sistema aponte o erro social de forma imediata e objetiva, fornecendo modelos de comportamento alternativos (modelagem).
- **STK-REQ-04 (Acompanhamento Clínico):** O médico psiquiatra (PS-01, PS-03) necessita de relatórios de desempenho que comparem a evolução do paciente em diferentes níveis de previsibilidade social.
- **STK-REQ-05 (Treinamento de Nuances):** A psicóloga (PS-02) necessita que o jogo apresente situações de duplo sentido e metáforas, permitindo o treino de “filtros sociais” para evitar o sincericídio.
- **STK-REQ-06 (Personalização de Suporte):** O especialista (PS-03) e o usuário necessitam que o jogo se adapte ao nível de suporte e aos interesses específicos (hiperfocos) do indivíduo, evitando a infantilização do adulto com TEA.

Regras de Negócio (Protocolos Clínicos e Sociais):

- **RN-01:** Feedback explícito nas escolhas de diálogo (Evitar subjetividade).
- **RN-02:** Proibição de luzes estroboscópicas (Segurança Sensorial).
- **RN-03:** Princípio de No-Harm: O usuário deve poder pausar ou sair sem punição em caso de sobrecarga.
- **RN-04:** Coerência multimodal obrigatória entre áudio, face e legenda.
- **RN-05:** O erro deve gerar uma explicação e um retorno imediato.
- **RN-06:** Toda instrução do sistema deve ser literal (denotativa).
- **RN-07:** Diálogo ramificado com análise de intenção.

Estudo de Viabilidade Técnica e Priorização

Requisito Validado (Saúde)	Complexidade (TI)	Esforço de Implementação	Observações Técnicas
Sincronia Multimodal	Alta	Alta	Exige integração rigorosa entre <i>assets</i> de áudio e de animação facial.
Controle de Mixagem	Baixa	Baixa	Implementação via <i>Audio Mixers</i> nativos da engine (Unity/Unreal).
Termômetro Social	Média	Média	Requer lógica de <i>scripts</i> para traduzir variáveis de afinidade na UI.
Extração de Metadados	Média	Alta	Necessário estruturar logs em .csv/.json para exportação de latência de resposta.
Módulo de <i>Profiling</i>	Baixa	Baixa	Criação de formulário de <i>setup</i> inicial para regulação de dificuldade.
Filtro Social (Pragmática)	Média	Média	Árvores de diálogo ramificadas com checagem de “Verdade Literal” vs “Social”.
Loop de Correção (Modelagem)	Média	Baixa	Sistema de <i>checkpoint</i> imediato que impede o <i>Game Over</i> punitivo.
Níveis de Previsibilidade	Baixa	Média	Organização modular das fases conforme a estruturação do cenário social.

Tabela 5.2: Matriz de Viabilidade Técnica e Esforço de Implementação

5.3.2 Especificação de Requisitos de Software:

- **Requisitos Funcionais (RF):**

- **RF-01:** Controle individual de canais de áudio (mixagem granular).
- **RF-02:** Motor de legendas dinâmicas personalizáveis (alto contraste/Escala).

- **RF-03:** Módulo de exportação de dados clínicos.
 - **RF-04:** Captura do tempo médio de resposta (latência) por escolha de diálogo
 - **RF-05:** Mapeamento dos tipos de figuras de linguagem que geram a maior taxa de erro.
 - **RF-06:** O sistema deve persistir os dados em formatos .JSON ou .CSV para leitura externa por profissionais de saúde.
- **Requisitos Não Funcionais (RNF):**
- **RNF-01:** O sistema deve manter uma paleta de cores com saturação inferior a 60% para evitar fadiga visual.
 - **RNF-02:** O tempo de resposta entre a escolha do usuário e o feedback visual do NPC deve ser inferior a 200 ms para manter a sincronia multimodal.
 - **RNF-03:** Os dados coletados devem ser criptografados, favorecendo o anonimato conforme a LGPD.
 - **RNF-04:** O sistema deve persistir os dados de progresso em tempo real (Auto-save) para evitar frustração decorrente da perda de dados.
 - **RNF-05:** O sistema deve evitar o excesso de elementos móveis simultâneos no cenário de fundo (NPCs secundários caminhando, partículas de poeira) para preservar a “bateria social” e cognitiva do jogador, com foco no processamento na face do NPC principal.
 - **RNF-06:** A taxa de quadros (FPS) não deve oscilar mais do que 5% para evitar ansiedade por instabilidade de imagem..

5.3.3 Game Design Document:

1. Conceito (Contextualização)

- (a) **Problema:** Dificuldade de leitura pragmática e social em adultos com TEA.
- (b) **Setor:** Saúde.
- (c) **Público-alvo:** Adultos neurodivergentes.
- (d) **Jogos similares:** *Life is Strange* (pela narrativa) e *The Sims* (pelas barras de status).
- (e) **Diferencial:** Foco na acessibilidade neurocognitiva e na ausência de punição sensorial.
- (f) **Pesquisa:** Estudo baseado na elicitação com o UF-01 e na validação com o PS-01 sobre barreiras pragmáticas e sensoriais no TEA.
- (g) **Mensagem externa:** Demonstrar que as interações sociais podem ser seguras, compreensíveis e previsíveis.
- (h) **Título:** TBD

- (i) *High Concept*: Um simulador narrativo de habilidades sociais que utiliza suporte visual para traduzir intenções subjetivas em dados objetivos.

2. Concept Document

O jogo foca no treinamento de interações cotidianas. O jogador assume o papel de um avatar que navega por cenários sociais (ex.: ambiente de trabalho), em que cada diálogo é uma oportunidade de treino monitorado, sem a pressão de punições imediatas. A progressão por níveis de “Previsibilidade Social” (Ambiente Controlado → Ambiente Público).

3. Dimensão Procedimental

- **Características básicas:** Jogabilidade baseada em escolhas (Point-and-click / Diálogos); Perspectiva em primeira ou terceira pessoa.
- **Mecânicas Primárias:** Diálogos de múltipla escolha e exploração de cenários.
- **Mecânicas Secundárias:**
 - Monitoramento do “Termômetro Social” e ajuste de filtros sensoriais em tempo real.
 - “Sistema de Filtro Social”, em diálogos de conflito, o jogador deverá escolher entre a “Verdade Bruta” (no sentido literal) e a “Verdade Socialmente Adequada”. Se o jogador optar pelo sentido literal inadequado, o sistema pausa e explica a nuance social da situação de forma lúdica, sem provocar “Game Over”.
- **Condições de Vitória:** Conclusão de interações sociais com sucesso (afinidade positiva). Sem condição de “derrota” punitiva; apenas *feedbacks* de melhoria.
- **Retórica Procedimental:** Por meio da mecânica de feedback visual imediato, o jogo argumenta que a compreensão social é um processo de aprendizado contínuo e que a transparência na comunicação reduz a ansiedade.

4. Dimensão Estética

- (a) **Estilo Visual:** Cores pastéis, evitando contrastes agressivos e luzes intermitentes.
- (b) **Estilo Musical:** Trilhas lo-fi e sons de ambiente suaves para evitar sobrecarga.
- (c) **Cenários e Ambientes:** Locais de baixo estímulo visual (escritórios organizados, cafeterias calmas) para evitar distrações do objetivo social.
- (d) **Personagens (Visual):** Implementação de Avatarização, permitindo que o usuário se projete no personagem, aumentando o engajamento e a identificação com as situações propostas.

5. Dimensão Narrativa

- **Ambientação:** Situações cotidianas (entrevistas de emprego, encontros em cafeterias).
- **Enredo:**
 - Arcos narrativos curtos que simulam “missões sociais”, como resolver um mal-entendido com um colega ou solicitar um ajuste de tarefa.
 - Inserir arcos focados na interpretação de metáforas comuns no ambiente de trabalho, para treinar a flexibilidade cognitiva do usuário.
- **Perfil de Personagens:** NPCs com expressões faciais claras e sincronizadas com o tom de voz.

5.3.4 Critérios de Aceitação e KPIs

- **KPI-01 (Eficácia Social):** Mede a taxa de acerto do usuário ao interpretar a intenção ou a emoção de um NPC, com o suporte do Termômetro Social. Meta: > 70
- **KPI-02 (Flexibilidade Cognitiva):** Avalia a capacidade do usuário de identificar o sentido figurado em detrimento do literal, medido pela taxa de escolhas socialmente adequadas em diálogos. Meta: > 70
- **KPI-03 (Adaptação à Previsibilidade):** Avalia se a inserção de cenários altamente estruturados reduz o tempo de hesitação do paciente. Meta: Menor latência nos níveis classificados como "Alta Previsibilidade".
- **KPI-04 (Engajamento e Resiliência):** Mede o tempo de permanência na sessão, sem abandono por frustração, validando o sistema de progressão não-punitiva e os checkpoints. Meta: > 15 minutos.
- **KPI-05 (Adequação de Perfil):** Mede o sentimento de pertencimento e respeito à maturidade do adulto com TEA, validando o setup inicial. Meta: Avaliação positiva na escala de adequação etária pelo usuário final.
- **KPI-06 (Acessibilidade de Leitura):** Verifica a eficácia das legendas de alto contraste no suporte ao processamento da fala, medido por meio de um teste de compreensão pós-diálogo. Meta: 100
- **KPI-07 (Integridade da Telemetria):** Valida a precisão e a utilidade do relatório gerado para o profissional de saúde, medido pela aderência do especialista (PS-01) aos dados exportados. Meta: Relatório gerado sem erros no log.

5.3.5 Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM)

Conforme apresentado na Tabela 5.3, a matriz consolida a relação entre os requisitos clínicos, as especificações de software, as mecânicas lúdicas correspondentes e

os respectivos Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) utilizados para a validação da eficácia terapêutica do protótipo.

5.4 Considerações Finais

A aplicação das fases de Elicitação, Análise e Especificação deste framework culminou na construção de uma linha de base documental robusta e integrada. A transição de relatos subjetivos para requisitos de engenharia, como os Requisitos de Stakeholders e as Regras de Negócio, demonstra que o método é capaz de documentar riscos técnicos e clínicos antes mesmo do início da codificação. O conjunto de artefatos gerados (DPR, GDD-Sério, SRS e RTM) comprova a aplicabilidade da metodologia para o desenvolvimento de jogos sérios que respeitam a neurodiversidade sob um controle de qualidade rigoroso.

É importante ressaltar que os elementos dispostos nas tabelas deste capítulo constituem recortes para exemplificar a produção dos artefatos, que deve ser feita de maneira iterativa. Na prática de engenharia de alta complexidade, a RTM assume uma natureza 1:N (um para muitos), em que uma única necessidade clínica pode desdobrar-se em múltiplos requisitos funcionais e critérios de aceitação. O reconhecimento desta complexidade arquitetural é fundamental para a escalabilidade do framework em ambientes de desenvolvimento profissional.

Dessa forma, os pressupostos teóricos e a linha de base documental estão consolidados, permitindo o avanço para a materialização da solução. O capítulo seguinte, Validação e Resultados, apresenta a implementação de um protótipo que foi feito a partir da documentação gerada por este estudo de caso e analisa o desempenho do protótipo frente aos critérios de aceitação derivados deste fluxo de rastreabilidade.

ID	Necessidade Clínica	Requisito (SRS/GDD)	Mecânica (Implementação)	KPI de Validação
REQ-01	Suporte à leitura de pistas sociais e redução da subjetividade.	Sistema de indicação de estado emocional (GDD 3.2 / RN-01).	Interface visual do “Termômetro Social” em tempo real.	KPI-01: Taxa de acerto na intenção > 70%.
REQ-02	Prevenção de crises por hipersensibilidade auditiva.	Controle de mixagem de áudio individual (RF-01).	Menu de volumes independentes (FX, Voz, Música).	KPI-02: Verificação via software de áudio de que nenhum efeito sonoro ultrapassa -12dB
REQ-03	Gestão de ansiedade e baixa tolerância à falha motora.	Sistema de progressão modular não-punitiva (GDD 3.3).	Inserção de <i>checkpoints</i> frequentes sem perda de progresso.	KPI-03: Tempo de sessão > 15 min.
REQ-04	Auxílio no processamento da linguagem e da fala.	Motor de legendas dinâmicas customizáveis (RF-02).	Legendas de alto contraste com fundo opaco e escala.	KPI-04: 100% de leitura e compreensão.
REQ-05	Monitoramento da evolução e do estadiamento clínico.	Módulo de extração de logs de desempenho (RF-03).	Geração de arquivos (.csv/.pdf) com metadados de jogo.	KPI-05: Aderência e validação.
REQ-06	Dificuldade com a pragmática, a linguagem figurada (metáforas) e a adequação social.	Sistema de Filtro Social e Tradução Semântica (GDD 3.3).	Cenários de escolha entre “Verdade Bruta” e “Filtro Social” com feedback pedagógico.	KPI-06: Taxa de acerto em diálogos com duplo sentido ou metáforas > 70%.
REQ-07	Ansiedade decorrente da falta de estruturação social.	Categorização de Cenários (RF-03).	Progressão hierárquica (Alta Previsibilidade → Baixa Previsibilidade).	KPI-07: Redução na latência de resposta em níveis iniciais.
REQ-08	Risco de infantilização e de variação no nível de suporte.	Módulo de Setup/Profiling (RF-01).	Questionário inicial (anamnese) para ajuste de dificuldade e perfil do NPC.	KPI-08: Taxa de retenção e percepção de adequação pelo paciente.

Tabela 5.3: Matriz de Rastreabilidade Final (RTM) com KPIs Individualizados

Validação e Resultados

Para validar a aplicabilidade do *framework* proposto, este capítulo apresenta o desenvolvimento de um protótipo inédito de um jogo sério, executado como um estágio inicial de um dos ciclos de implementação previstos pelo *framework*. Este artefato não constitui uma versão completa do jogo, mas sim uma fatia vertical extraída integralmente da documentação de requisitos e *design* detalhada no Capítulo 5. A estratégia de fatiamento vertical foi adotada para demonstrar que a estrutura documental gerada é capaz de sustentar a construção de um núcleo funcional auditável, no qual cada elemento técnico implementado pode ser rastreado diretamente até as necessidades clínicas e de usuário previamente validadas.

Diferente de iniciativas anteriores conduzidas de forma assistemática, esta implementação seguiu rigorosamente o fluxo de engenharia estabelecido na Fase 2 do *framework*. O foco da fatia vertical concentrou-se no recorte transversal das funcionalidades de sociabilidade, atravessando toda a documentação. Esta abordagem permitiu ao pesquisador (DEV-01) materializar um produto técnico que serve como prova de conceito para a rastreabilidade bidirecional, para que o software final seja um reflexo fiel do planejamento estratégico de saúde.

Consolidada a implementação do protótipo, procedeu-se à execução dos testes, etapa na qual o jogo foi submetido a uma bateria de verificações fundamentadas nas KPIs estabelecidas na fase 4 do *framework*. Os testes foram conduzidos para validar onexo causal entre a funcionalidade técnica e o propósito clínico, utilizando a RTM como guia para que cada comportamento dentro do jogo correspondesse às expectativas dos *stakeholders*. Os resultados dessas medições, detalhados nas seções seguintes, fornecem as evidências necessárias para avaliar a eficácia do *framework* em produzir artefatos que não apenas operam corretamente sob o ponto de vista computacional, mas que preservam a integridade dos protocolos de saúde em um ambiente lúdico.

6.1 Construção do Protótipo

Para validar as especificações geradas no Estudo de Caso, procedeu-se à materialização técnica do protótipo, utilizando o motor de jogos Unity e a linguagem C# para a implementação da lógica sistêmica. Esta etapa representa a transição da linha de base documental do Capítulo 5 para um artefato funcional auditável.

A opção pelo ambiente 3D fundamentou-se em requisitos de domínio levantados com os especialistas: a necessidade de prover estímulos visuais dinâmicos, como expressões faciais e indicadores de comportamento social. Tais elementos são para atender aos critérios de aceitação definidos na SRS, superando as limitações de ferramentas baseadas em estímulos estáticos e permitindo a simulação de interações sociais com o nível de fidelidade exigido pelos protocolos clínicos.

Para que o desenvolvimento permanecesse fiel ao planejamento, a implementação do protótipo foi conduzida através da transposição direta dos requisitos para mecânicas. A seguir, detalha-se essa transposição para os principais elementos do sistema.

REQ-06 (Reconhecimento de Intenções e Pragmática): O sistema deve prover estímulos visuais e *feedbacks* sociais para auxiliar o usuário no reconhecimento de intenções e na pragmática da comunicação.

Com base no REQ-06, o protótipo foi estruturado em dois cenários distintos para permitir a validação comparativa das diretrizes do *framework*: (1) Diálogos Simples, que foca na progressão narrativa textual e na linha de base de acertos; e (2) Diálogos com Expressões e Feedbacks, que introduz a camada de complexidade social através da sincronia multimodal e do suporte pedagógico.

Essa segmentação visa isolar as variáveis de interação, permitindo observar como a adição de pistas visuais dinâmicas e réplicas sociais influencia o tempo de processamento e a taxa de acerto do usuário final no treinamento de pragmática. A implementação desta mecânica utilizou um sistema de estados para que o *feedback* visual ocorra exatamente no momento da escolha do diálogo, materializando o nexos causal entre a necessidade clínica e a resposta do *software*.

Diretrizes de Design e Segurança Sensorial

STK-REQ-02 (Segurança Sensorial): Mitigação de sobrecarga cognitiva através de elementos visuais controlados.

RN-02 (Regras de Estética): Utilização de paletas de cores neutras e formas simplificadas para evitar distração.

REQ-07 (Fluxo de Previsibilidade): Criação de ambientes simulados com alta previsibilidade lógica para redução de ansiedade.

Em estrita conformidade com as diretrizes descritas, o cenário ilustrado na Figura 6.1 foi materializado sob a estética *Low Poly*. Esta configuração visual visa mitigar a sobrecarga cognitiva identificada durante a elicitaco com o usuário final (UF-01), para que o foco do jogador permanea no processamento das interaes sociais e não em ruídos visuais do ambiente.

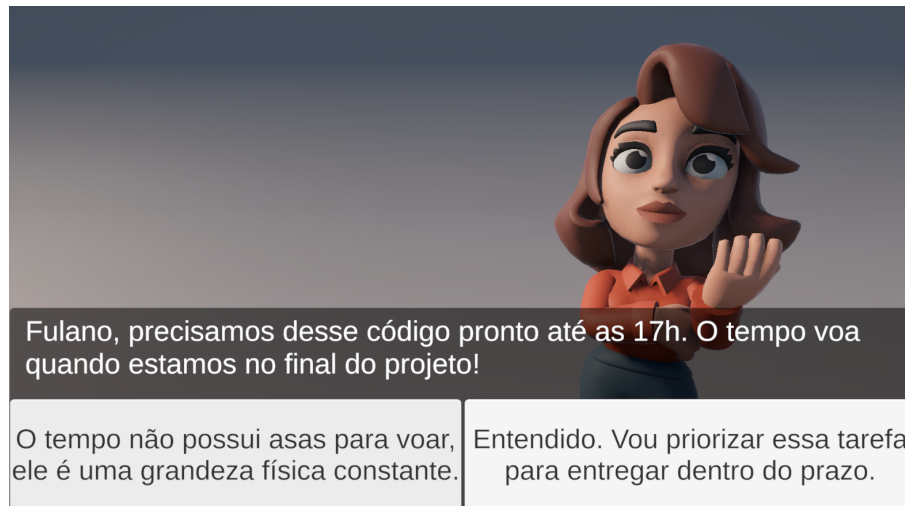


Figura 6.1: Visualização em plano médio do cenário de escritório projetado para alta previsibilidade e redução de sobrecarga sensorial.

Atendendo às especificaes clínicas do médico psiquiatra (PS-03), o ambiente simula um escritório de "Alta Previsibilidade", estruturado para reduzir a ansiedade decorrente da imprevisibilidade social comum ao público-alvo. Adicionalmente, para viabilizar a leitura de pistas subjetivas, a câmera foi posicionada em plano médio com foco fixo na face do NPC.

Lógica de Interação e Tolerância ao Erro

RN-04 (Sincronia Multimodal): Coerência entre texto, áudio e expressões faciais (*BlendShapes*) para facilitar a leitura social.

RN-05 (Prevenção de Punição): Substituição do estado de *Game Over* por mecanismos de correção pedagógica.

RN-06 (Feedback Denotativo): Fornecimento de explicaes explícitas sobre nuances sociais após erros de pragmática.

A implementação utilizou *ScriptableObjects* (Figura 6.2) para a estruturação modular dos diálogos, vinculando cada n de conversação  Matriz de Rastreabilidade. Através dessa arquitetura, as interaes ramificadas permitem que o jogador exercite a interpretação de figuras de linguagem sob um ambiente controlado.

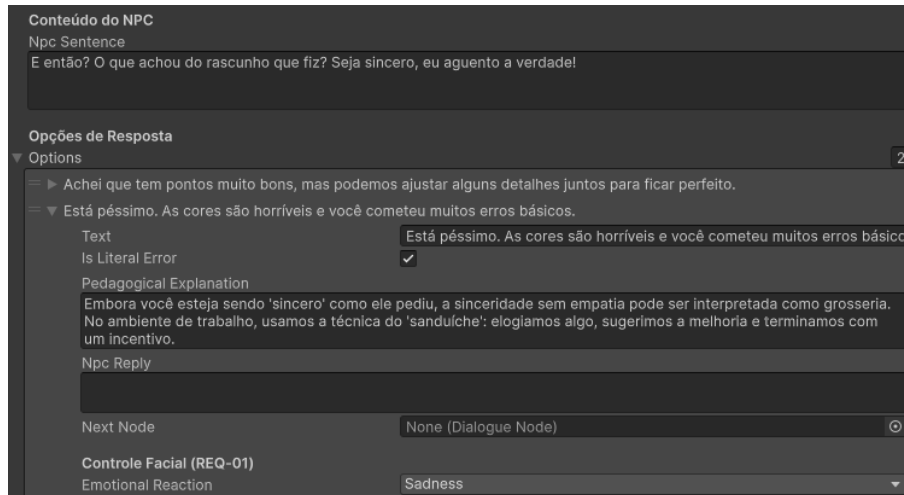


Figura 6.2: Estruturação de dados via ScriptableObjects permitindo o vínculo direto entre sentenças narrativas

Voltada ao treino multimodal, a arquitetura dispara gatilhos de animação baseados em *BlendShapes* simultaneamente à exibição da resposta textual (RN-04). Esta configuração materializa o requisito de reconhecimento dinâmico de emoções solicitado pela especialista PS-02, permitindo que o NPC apresente reações coerentes com a carga emocional da fala.

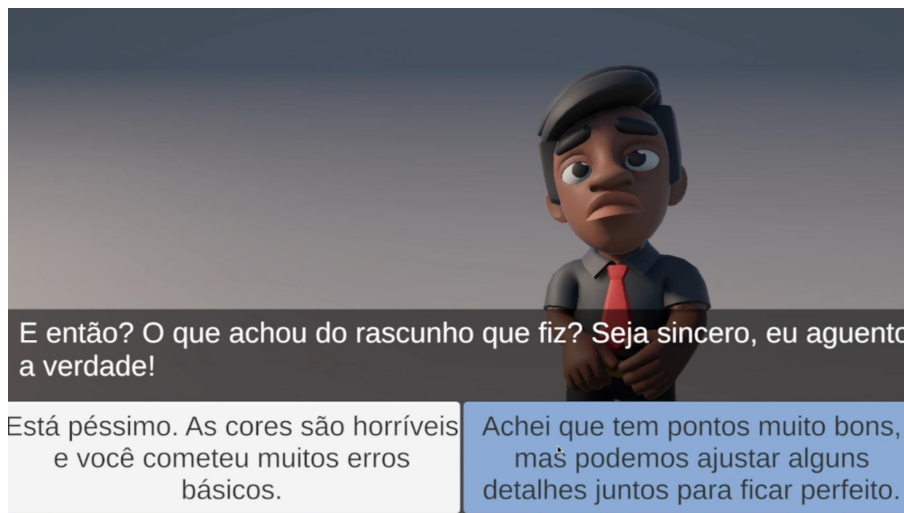


Figura 6.3: Diálogo do NPC e a expressão facial de insegurança, visando o treino de reconhecimento dinâmico de emoções.

Em conformidade com a RN-05, ao selecionar uma interpretação literal inadequada, o sistema impede o encerramento da partida e aciona o ciclo de correção (RN-06). Complementarmente, a aplicação da RN-04 é evidenciada na Figura 6.3, que ilustra o NPC manifestando uma expressão de insegurança em sincronia com o diálogo, permitindo ao usuário exercitar a leitura de pistas sociais subjetivas em um ambiente controlado.

Suporte Cognitivo e Interface de Usuário

REQ-01 (Termômetro Social): Objetivação da intenção emocional através de indicadores visuais quantificáveis.

RF-02 (Legibilidade e Acessibilidade): Padronização de textos com alto contraste para suporte ao processamento da fala.

REQ-07 (Autonomia de Processamento): Controle de fluxo pelo usuário para respeitar o tempo de resposta individual.

Para reduzir a carga subjetiva e a sobrecarga cognitiva, a interface incorpora elementos de suporte direto baseados nos requisitos de engenharia. O Termômetro Social (REQ-01) atua como um indicador visual em tempo real, transformando pistas emocionais subjetivas em dados objetivos para o jogador. A legibilidade das Legendas de Alto Contraste (RF-02), foram implementadas via *TextMeshPro* com fundo opaco. Por fim, o Fluxo de Previsibilidade (REQ-07) é materializado pelo botão “Continuar” após cada réplica do NPC, dando ao usuário a autonomia necessária para processar a interação no seu próprio tempo antes de avançar para o próximo desafio.

Metodologia de Aprendizado e Tolerância ao Erro

RN-01 (Loop de Correção): Substituição de estados punitivos por ciclos de re-tentativa imediata.

RN-05 (Feedback Pedagógico): Apresentação de justificativas lógicas para escolhas sociais inadequadas.

PS-03 (Aprendizado por Modelagem): Requisito clínico para evitar a frustração do *Game Over* através da persistência.

Diferente de abordagens punitivas convencionais, o protótipo incorpora o *Loop* de Correção (RN-01), conforme ilustrado na Figura 6.4. Ao identificar uma interpretação literal inadequada (erro de pragmática), o sistema interrompe a progressão narrativa para exibir um *Feedback* Pedagógico Objetivo (RN-05), permitindo a re-tentativa imediata do cenário. Esta mecânica materializa o aprendizado por modelagem e a tolerância ao erro solicitada pelo especialista PS-03, para que o foco terapêutico se sobreponha à punição típica do *Game Over*.

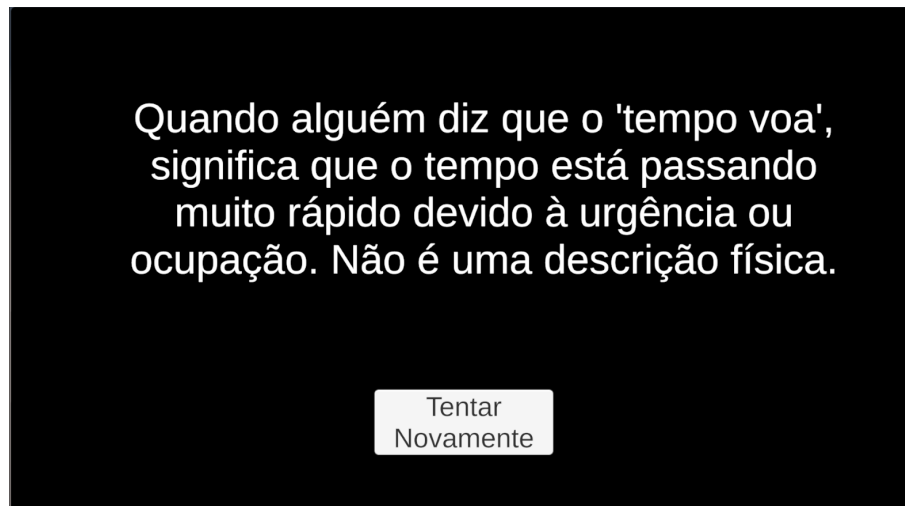


Figura 6.4: Interface do Loop de Correção exibindo o feedback pedagógico objetivo após a identificação de erro na interpretação de pragmática.

Infraestrutura de Telemetria e Auditoria Clínica

RF-03 e RF-04 (Módulo de Logs): Registro persistente de metadados clínicos e latência de resposta.

KPI-06 (Taxa de Acerto): Medição quantitativa da flexibilidade cognitiva.

REQ-08 (Identificação): Estrutura de dados para individualização do paciente e do contexto.

STK-REQ-04 (Análise de Contexto): Capacidade de filtragem de desempenho por ambiente social.

Para a validação do *framework*, integrou-se um módulo de extração de *logs* (RF-03 e RF-04) que registra de forma persistente em arquivos .csv metadados críticos como carimbo de data, identificação do paciente (REQ-08) e ambiente de simulação. Conforme demanda dos especialistas PS-01 e PS-02, o jogo captura a Latência de Resposta (RF-04) — tempo de hesitação no processamento social — e a Taxa de Acerto (KPI-06), permitindo a auditoria da flexibilidade cognitiva do jogador.

A implementação técnica baseia-se no *script TelemetryManager*, que utiliza dicionários em C# para consolidar o desempenho em tempo real. Em vez de registrar eventos isolados, o sistema gera um relatório consolidado (Figura 6.5) que mapeia o desempenho por diálogo específico. Esta estrutura permite ao especialista em saúde realizar análises filtradas por diferentes contextos sociais (STK-REQ-04), como o escritório de “Alta Previsibilidade” (REQ-07).

É importante ressaltar que essa infraestrutura técnica (Telemetria, *Loop* de Correção e Sincronia Multimodal) foi aplicada integralmente no Cenário 2, enquanto o Cenário 1 atuou como controle. No Cenário 1, utilizou-se apenas a lógica narrativa e o

registro de *logs*, permitindo a comparação de desempenho exigida pela metodologia para validar o impacto das intervenções multimodais no público-alvo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Data_Hora	Paciente	Nível_TEA	Cenário	ID_Requisito	Sentença_NPC	Resultado	Tentativas	Latencia_Media_Seg
2	2026-04-10 20:00	Paciente00	Nível 1	Escritório - Expressões	REQ-06	E então? O que achou do rascunho que fiz? Seja sincero, eu aguento a verdade!	Necessita Treino	2	11,45
3	2026-04-10 20:00	Paciente00	Nível 1	Escritório - Expressões	REQ-06	Achei que tem pontos muito bons, mas podemos ajustar alguns detalhes juntos para ficar perfeito.	Dominado	1	20,58
4	2026-04-10 20:00	Paciente00	Nível 1	Escritório - Expressões	REQ-06	Parece que está com muita carga de trabalho. Posso ajudar em algo?	Dominado	1	3,11
5	2026-04-10 20:00	Paciente00	Nível 1	Escritório - Expressões	REQ-06	Puxa, estou super atrasado com este relatório, não posso parar para conversar agora!	Necessita Treino	2	12,3
6	2026-04-10 20:00	Paciente00	Nível 1	Escritório - Expressões	REQ-06	Entendo perfeitamente. Quando você fizer uma pausa, podemos conversar rapidinho?	Dominado	1	17,37
7	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	REQ-06	Fulano, você fez um ótimo trabalho no relatório. Você realmente matou a cobra e mostrou o pau!	Necessita Treino	3	11,61
8	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	REQ-06	Fulano, precisamos desse código pronto até as 17h. O tempo voa quando estamos no final do projeto!	Necessita Treino	5	5,93
9	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	REQ-06	Uau, Fulano! Chegar 20 minutos atrasada na segunda-feira... que belo começo de semana, hein?	Dominado	1	9,18
10	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	REQ-06	Estou muito sobrecarregada com esses novos requisitos. Você poderia me dar uma mão com essa documentação?	Necessita Treino	3	8,07
11	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	REQ-06	Sua apresentação foi boa, mas sinto que você encheu muita linguiça na introdução.	Dominado	1	2,66
12	2026-04-10 20:01	Paciente00	Nível 1	Escritório - Simples	SESSAO	Fatia Vertical Concluída	Dominado	0	0

Figura 6.5: Consolidação de telemetria clínica em formato .csv

Com a materialização da fatia vertical da documentação em um protótipo, demonstra-se que o desacoplamento entre a lógica procedural e o conteúdo clínico permite a construção de um ambiente de teste controlado e auditável. A convergência entre os artefatos de engenharia e a implementação técnica fez com que cada funcionalidade operasse conforme os protocolos de saúde estabelecidos, eliminando as ambiguidades de desenvolvimento observadas em etapas anteriores desta pesquisa. Assim, os dados extraídos pelo módulo de telemetria não representam apenas eventos isolados de jogabilidade, mas evidências diretas do comportamento do usuário frente a requisitos clínicos rastreáveis, consolidando a base necessária para a análise comparativa de desempenho que segue.

6.2 Transposição de Requisitos e Matriz de Rastreabilidade Técnica

Esta seção detalha a tradução dos requisitos elicitados e analisados em componentes técnicos funcionais dentro do ambiente de desenvolvimento. O mapeamento possibilita a integridade do ciclo de vida do framework, propiciando que cada elemento lúdico possua uma justificativa clínica documentada e que toda funcionalidade implementada seja passível de auditoria.

Para operacionalizar o protótipo de maneira que ele fosse focado no treino de pragmática e flexibilidade cognitiva, utilizou-se a RTM como o elo integrador entre a

SRS e o GDD-Sério. A Tabela 6.1 apresenta o cruzamento entre os identificadores de requisitos e sua respectiva materialização no protótipo.

6.3 Ambiente de Validação e Protocolo Experimental

Com a criação de um protótipo funcional, a presente fase da pesquisa dedica-se a validar se as diretrizes estabelecidas pelo *framework* resultaram em um artefato funcional capaz de conciliar as metas de engenharia de *software* com as demandas da área da saúde. O ambiente de validação foi estruturado para confrontar as especificações teóricas com a percepção prática de especialistas e usuários. Para nortear a análise, os procedimentos foram organizados em três etapas complementares que se iniciam pela demonstração por inspeção técnica e clínica, voltada à verificação da transposição fiel dos requisitos para o ambiente lúdico. Na sequência, aplica-se uma avaliação multidimensional de perspectiva qualitativa, fundamentada na Escala de Likert, para segmentar as percepções sobre a eficácia da engenharia de requisitos, a adequação do *game design* e a viabilidade clínica. Por fim, realiza-se a síntese de resultados e a verificação dos KPIs, estágio em que as evidências são confrontadas com os indicadores estabelecidos no Capítulo 5 para atestar a maturidade do processo.

Esta abordagem híbrida permite uma compreensão sistêmica da eficácia do modelo proposto, assegurando que a validação técnica seja corroborada pela utilidade clínica e pela precisão dos dados extraídos em tempo de execução. A fim de garantir a imparcialidade dos achados e testar a autonomia documental do *framework*, o processo envolveu dois grupos distintos de validadores, totalizando seis participantes. O primeiro grupo, composto por *stakeholders* internos (PS-01, PS-02, UF-01 e DEV-02 que participaram do estudo de caso do Capítulo 5), focou na fidelidade da implementação frente às necessidades elicitadas originalmente. Em paralelo, o segundo grupo contou com avaliadores externos (PS-Ext e DEV-Ext que são profissionais sem contato prévio com a pesquisa) para mitigar vieses de proximidade e testar se a documentação técnica possui clareza suficiente para ser interpretada de forma independente. Conforme detalhado na Tabela 6.2, este painel multidisciplinar cobre os eixos fundamentais de sucesso do projeto: a segurança clínica, a experiência do usuário e a integridade da arquitetura de *software*.

Tabela 6.1: Matriz de Rastreabilidade de Implementação do Protótipo

ID	Origem Clínica (Stakeholder)	Componente Técnico (Unity)	Mecânica / Implementação Lúdica
REQ-01 / RN4	Sincronia e coerência multimodal (PS-01/PS-02)	<i>NPCFaceController</i> e <i>BlendShapes</i>	Reações emocionais do NPC síncronas à fala para treino de pistas subjetivas.
REQ-06 / RN-06	Dificuldade com linguagem figurada (PS-02)	<i>ScriptableObjects</i> e <i>DialogueManager</i>	Diálogos ramificados com foco em metáforas e sarcasmo.
REQ-07	Necessidade de previsibilidade (PS-03)	<i>SceneManager</i> e Botão Continuar	Fluxo controlado pelo usuário; transição de cena manual para redução de ansiedade.
REQ-08	Profiling (PS-03)	Estrutura de dados no <i>DialogueManager</i>	Identificação individualizada (Nome, Nível TEA e Cenário) nos logs clínicos.
RN-01	Necessidade de tolerância ao erro (PS-03/UF-01)	Lógica de estado no <i>DialogueManager</i>	Loop de Correção: Impede o Game Over e permite re-tentativa.
RN-02	Segurança Sensorial (UF-01/PS-01)	<i>Low Poly</i> e <i>URP</i>	Ambiente com cores neutras e proibição de estímulos visuais aversivos.
RN-05	Aprendizado por modelagem (PS-03)	<i>UI Explanation Panel</i>	Exibição de feedback pedagógico objetivo após erro literal.
RF-02	Suporte ao processamento da fala (UF-01)	<i>TextMeshPro</i>	Legendas dinâmicas de alto contraste com fundo opaco.
RF-03 / KPI-06	Monitoramento de Flexibilidade Cognitiva (PS-01)	<i>TelemetryManager</i>	Exportação de relatório detalhado (.csv) com taxa de acerto em metáforas.
RF-04	Monitoramento de hesitação social (PS-02)	<i>TelemetryManager</i> (C# Singleton)	Captura e exportação de latência de resposta em .csv
RNF-05	Prevenção de sobrecarga sensorial (PS-02/UF-01)	<i>Universal Render Pipeline</i> (URP)	Cenário <i>Low Poly</i> com baixa densidade de estímulos de fundo.
STK-REQ-04	Acompanhamento de progresso (PS-01/PS-03)	Dicionários C# e <i>System.IO</i>	Consolidação de acertos e erros por diálogo específico no relatório final.
GDD (Dim. Narrativa)	Ambientação e Contextualização (PS-03)	<i>Cenário de Escritório</i>	Simulação de situações cotidianas para treino de habilidades em ambiente de trabalho.
GDD (Dim. Visual)	Suporte à leitura de pistas subjetivas (UF-01)	<i>NPC Face</i> e <i>HUD</i>	Uso de Avatarização e indicadores visuais para materializar intenções emocionais.
GDD (Dim. Procedimental)	Sistema de Filtro Social (PS-02)	<i>Árvore de Diálogos</i>	Escolha entre “Verdade Bruta” e “Socialmente Adequada” com feedback lúdico.

Tabela 6.2: Perfil e identificação do painel de validadores.

ID	Perfil	Papel na Validação
PS-01	Médico Psiquiatra	Validação de metas clínicas e protocolos de segurança.
PS-02	Psicóloga Clínica	Validação de pragmática e reforço positivo.
UF-01	Usuário Final (TEA)	Validação de experiência, conforto e segurança sensorial.
DEV-02	Eng. de Software	Auditoria técnica de arquitetura e rastreabilidade.
PS-Ext	Psicólogo (Externo)	Validação da neutralidade e valor clínico da telemetria.
DEV-Ext	Eng. de Soft. (Externo)	Teste de autonomia documental (SRS, GDD e RTM).

A coleta de dados fundamentou-se na técnica de inspeção assistida, estruturando o procedimento em três blocos distintos de análise para os participantes. Inicialmente, estabeleceu-se uma avaliação de linha de base através do Cenário 01, que consistiu na observação da interação textual pura para aferir o nível de conforto e clareza da interface narrativa. Subsequentemente, o Cenário 02 introduziu a validação da intervenção multimodal, expondo as implementações de sincronia facial e o *loop* de correção pedagógico para verificar o auxílio no reconhecimento de intenções. O ciclo de testes encerrou-se com a auditoria de telemetria, momento em que o relatório gerado pelo módulo *TelemetryManager* foi submetido aos especialistas de saúde para confirmar o valor terapêutico e a integridade dos dados clínicos extraídos pela aplicação.

6.3.1 Avaliação dos *stakeholders* internos ao projeto

Esta etapa dedicou-se a verificar a aderência do protótipo final às necessidades e diretrizes estabelecidas durante as fases iniciais de elicitação e especificação. Buscou-se confirmar, junto aos especialistas e usuários que participaram ativamente da construção do jogo, se os artefatos resultantes e a execução técnica refletem com fidelidade as exigências clínicas e sensoriais mapeadas.

A análise individualizada, detalhada a seguir, permite observar como cada perfil de validador interagiu com as fatias de documentação e funcionalidades correspondentes às suas áreas de domínio.

Análise da Perspectiva Sensorial e de Experiência: Participante UF-01

A validação com o Usuário Final (UF-01) focou na Experiência e Segurança Sensorial, conforme preconizado pelos requisitos de acessibilidade do framework. O

usuário relatou Concordância Total (5/5) nos quesitos de conforto visual e clareza das legendas, o que valida o RNF-02 (Requisitos de acessibilidade sensorial). Este resultado mostra que a estruturação dos artefatos auxilia na construção de uma interface funcional e não-aversiva.

Quanto à eficácia pedagógica, o UF-01 compreendeu totalmente as explicações sobre metáforas e sarcasmo, validando o REQ-06 (Lógica de diálogo e filtros de pragmática). Observou-se neutralidade em relação às expressões faciais, o que reforça a importância da multimodalidade: a compreensão não dependeu de uma única pista visual, mas do conjunto de explicações textuais e suporte denotativo oferecido pela interface do jogo.

Análise da Perspectiva de Domínio Clínico: Participante PS-01

A validação com a autoridade de domínio clínica (PS-01) focou na utilidade dos artefatos gerados pela jogabilidade para o acompanhamento terapêutico. Os resultados foram altamente positivos, com Concordância Total (5/5) nos itens relacionados à captura de métricas de desempenho.

A especialista confirmou que a captura do tempo de resposta (latência) e a consolidação de erros por diálogo fornecem dados necessários para o planejamento de intervenções clínicas. Este resultado valida o RF-03 (Exportação de Logs) e o RF-04 (Telemetria), atendendo à demanda de auditabilidade do framework.

É importante ressaltar que, embora a especialista tenha notado a ausência de som no vídeo de validação, a clareza da proposta não foi comprometida. Isso reforça a eficácia da comunicação denotativa e visual estabelecida nos requisitos, demonstrando que o propósito do jogo foi compreendido mesmo em condições de restrição de estímulos multimodais.

Análise da Perspectiva de Domínio Clínico: Participante PS-02

A validação conduzida com o segundo profissional de saúde (PS-02) ratificou a percepção de utilidade clínica e eficácia pedagógica do jogo. Os resultados apresentaram uma convergência significativa com a avaliação anterior, destacando-se a Concordância Total (5/5) no que tange ao acompanhamento da evolução do paciente e à conformidade com o aprendizado por modelagem.

O PS-02 validou integralmente o fluxo de “erro → explicação → re-tentativa” (RN-01), confirmando que a lógica de retroalimentação do jogo atende ao conceito de aprendizado sem punição. Além disso, o especialista reiterou que a planilha consolidada de erros e a métrica de tempo de resposta são instrumentos eficazes para o planejamento de intervenções clínicas, o que reforça a robustez da camada de persistência de dados (logs) prevista no framework.

Em seus comentários qualitativos, o avaliador considerou a proposta “boa com os recursos enviados”, indicando que a documentação e os artefatos de vídeo foram suficientes para a compreensão da dinâmica assistiva. A concordância total do PS-02 quanto à facilidade de monitoramento da evolução do usuário final consolida a telemetria (RF-04) como um diferencial estratégico, transformando o jogo em uma fonte de evidência clínica confiável para o domínio do TEA.

Análise da Perspectiva de Engenharia de Software: Participante DEV-02

A última etapa de validação técnica foi conduzida sob a perspectiva de engenharia de software (DEV-02), focando na viabilidade técnica e na escalabilidade da implementação. O especialista validou a integridade da arquitetura proposta, confirmando que as decisões de design de software suportam as necessidades de longo prazo do projeto.

O especialista manifestou Concordância Total quanto ao uso de ScriptableObjects para a separação entre o conteúdo textual e a lógica do DialogueManager. Esta decisão arquitetural é um reflexo da aplicação do framework: ao isolar o conteúdo (derivado das necessidades clínicas) da lógica (engenharia), possibilita que o jogo possa ser expandido com novos cenários terapêuticos sem a necessidade de reescrever o núcleo do jogo. Além disso, a vinculação dos diálogos ao REQ-06 diretamente no *Inspector* da *Unity* foi validada como uma prática que facilita a manutenção da Matriz de Rastreabilidade (RTM) durante o ciclo de desenvolvimento.

6.3.2 Auditoria de Isenção e Autonomia do Framework por Avaliadores Externos

Embora as avaliações dos *stakeholders* internos tenham confirmado a aderência ao propósito original, a validação de um *framework* de governança exige o teste de sua autonomia funcional diante de agentes isentos de viés. Para testar a maturidade e a clareza do modelo, submeteu-se o projeto à avaliação de profissionais que não participaram das fases de elicitação e construção. Esta etapa visou verificar se a documentação técnica (SRS, GDD e RTM) possui suficiência informativa para sustentar a execução e a interpretação clínica de forma independente e buscou validar a utilidade do protótipo em um cenário de uso.

Avaliação de Protótipo pelo DEV-Externo

O avaliador técnico externo manifestou Concordância Total em todos os critérios de arquitetura e documentação. Os principais pontos de destaque foram que a documentação gerada pelo framework é suficiente para que um desenvolvedor inicie o projeto do

zero, validando a clareza e a relevância das informações coletadas. Além disso, a vinculação dos diálogos ao REQ-06 no *Inspector* foi considerada fundamental para entender o contexto e o objetivo clínico de cada interação, facilitando auditorias futuras.

O avaliador considerou o *framework* sólido e aplicável a outros contextos de jogos sérios para a Saúde, reforçando o valor da metodologia além do TEA. Porém, sugeriu-se que futuras pesquisas apliquem o método em ciclos de validação mais extensos e com grupos maiores de desenvolvedores, visando testar o limite da escalabilidade da Matriz de Rastreabilidade em projetos de grande porte.

Avaliação de Protótipo pelo PS-Externo

Para viabilizar a neutralidade dos achados, o projeto foi submetido à análise de um profissional da saúde que não participou do processo de elicitação. Este avaliador confirmou a validade do Loop de Correção (RN-01) e a utilidade da telemetria clínica, apresentando uma reflexão importante sobre a aplicabilidade do jogo. O PS-Externo concordou que o fluxo de “erro → explicação → re-tentativa” sustenta o aprendizado por modelagem sem punição. Além disso, validou que os dados de latência e a planilha de erros são instrumentos eficazes para o planejamento de intervenções. Esta concordância externa demonstra que os artefatos gerados pelo *framework* possuem valor clínico, independente do conhecimento prévio sobre o desenvolvimento do software.

Um ponto de destaque no relato do especialista foi a percepção de que o conteúdo é direcionado a indivíduos com dificuldades acentuadas de abstração. O avaliador sugeriu que, para adultos com TEA Nível 1 de suporte, o desafio poderia ser mais complexo, a menos que o comprometimento cognitivo fosse mais severo. Esta observação não invalida o protótipo; pelo contrário, ela valida o REQ-08 (Módulo de Setup/Profiling) e a Relação 1:N da RTM. O *framework* permite que o mesmo jogo receba diferentes camadas de complexidade textual (*ScriptableObjects*), adaptando a dificuldade de abstração conforme o perfil do paciente. Assim, o comentário do PS-Externo reforça que a engenharia de requisitos cumpriu seu papel de definir um cenário específico, enquanto deixa a porta aberta para a expansão do conteúdo para diferentes níveis de gravidade.

6.4 Análise de Atingimento de KPIs

A Tabela 6.3 apresenta a síntese dos resultados obtidos durante a fase de testes, correlacionando os requisitos estabelecidos na especificação com o grau de satisfação e conformidade observado pelos stakeholders internos e externos.

ID Requisito	KPI / Critério de Aceitação	Resultado Observado	Fonte	Status
RNF-02	KPI-02: Conforto e Segurança Sensorial	100% de concordância	UF-01	Sucesso
STK-REQ-01	KPI-01: Taxa de legibilidade e clareza textual > 90%	100% de facilidade de leitura relatada	UF-01	Sucesso
RN-01	KPI-03: Fluxo de Aprendizado sem punição (Erro → Explicação)	Protocolo validado como adequado	PS-01, PS-02, PS-Externo	Sucesso
REQ-06	KPI-06: Compreensão de Nuances Sociais	Sucesso no entendimento de metáforas	UF-01, DEV-Externo	Sucesso
RF-03 / RF-04	KPI-05: Integridade da Telemetria (CSV)	Dados validados para intervenção clínica	PS-01, PS-02, PS-Externo e DEV-02	Sucesso
REQ-06	KPI-07: Manutenibilidade da RTM	Vinculação via <i>Inspector</i> aprovada	DEV-02, DEV-Externo	Sucesso
RN-04	KPI-04: Eficácia de Pistas Visuais (Facial)	Impacto neutro na compreensão individual	UF-01	Parcial

Tabela 6.3: Consolidação do Atingimento de KPIs por Perfil de Avaliador

6.5 Discussão dos resultados

A análise convergente dos relatos coletados entre os *stakeholders* internos e externos permite uma discussão sobre a robustez do *framework* proposto. Os dados indicam que a metodologia não apenas facilitou a construção técnica, mas estabeleceu uma “Linguagem Comum” capaz de alinhar domínios tão distintos quanto a Engenharia de Software e a Saúde.

Nesse contexto, a neutralidade do usuário final sobre o estilo artístico e as expressões faciais, em contraste com a alta satisfação sensorial, traz uma percepção crítica para o desenvolvimento de jogos sérios para o TEA: a funcionalidade da interface, pautada no conforto e na clareza, deve preceder a estética. Dessa forma, tal evidência valida a decisão arquitetural de tratar os Requisitos Não Funcionais (RNFs) como restrições técnicas mandatórias. A maior exposição dada a esses requisitos fez com que a paleta de

cores e o controle de estímulos aversivos (RNF-02) fossem satisfatórios para o UF-01. Por conseguinte, a segurança sensorial atuou como pré-requisito para que o usuário pudesse processar as tarefas de pragmática social (REQ-06) sem ruídos de interface.

No que tange à aplicação prática, a eficácia do *framework* foi ratificada pela validação do *Loop* de Correção (RN-01). A convergência de opiniões entre os especialistas internos (PS-01 e PS-02) quanto ao fluxo “erro → explicação → re-tentativa” atende ao aprendizado por modelagem sem punição e demonstra que a regra de negócio clínica foi traduzida para a lógica do jogo. Ademais, a prática confirmou a natureza não-linear da rastreabilidade defendida neste trabalho. O sucesso do relatório clínico é o resultado final de uma cadeia 1:N, em que a necessidade clínica de “Acompanhamento da Evolução” desdobrou-se em lógica de telemetria (RF-04) e na persistência de arquivos CSV. Sob essa ótica, o fato de os especialistas considerarem os dados úteis demonstra que a complexidade técnica foi gerida com sucesso pela camada de requisitos.

Paralelamente, a transição da validação interna para a externa trouxe contribuições valiosas sobre a maturidade do *framework*. A concordância do DEV-Externo quanto à suficiência da documentação para iniciar o desenvolvimento do zero evidencia que o método mitiga o problema da perda de conhecimento no processo de construção do jogo. Em decorrência disso, o projeto adquire autonomia, reduzindo a dependência da presença constante do especialista clínico. Quanto ao eixo de engenharia, a aprovação da arquitetura baseada em *ScriptableObjects* atesta uma estrutura sólida e escalável, permitindo expansões sem comprometer a integridade do jogo.

Por fim, o ciclo de governança fecha-se com a análise do PS-Externo sobre a aplicabilidade do jogo em um contexto de tratamento para adultos com TEA. Ao identificar, por meio da documentação e do comportamento do software, que o conteúdo é específico para perfis com menor capacidade de abstração, o avaliador evidenciou a necessidade de um módulo de *profiling*. É importante ressaltar que tal funcionalidade já consta na especificação de requisitos do *framework* (REQ-08), embora não tenha sido incluída nesta etapa de desenvolvimento por questões de delimitação de escopo do protótipo. Dessa forma, a percepção do especialista valida a relevância clínica do requisito planejado, indicando que a personalização do nível de suporte deve figurar como prioridade em iterações futuras para que o software suporte a heterogeneidade do espectro autista.

Portanto, a análise via Escala de Likert ratifica que o equilíbrio entre Segurança Sensorial, Utilidade Clínica e Qualidade de Software foi atingido. Evidenciou-se que o *framework* é resiliente e capaz de sustentar intervenções complexas no domínio da saúde, transformando necessidades subjetivas em produtos de software auditáveis. Sobretudo, a estrutura de rastreabilidade estabelecida demonstra que, mesmo nos pontos em que o protótipo apresentou resultados neutros ou em que a implementação foi postergada, o jogo

permite revisões em iterações futuras de forma parcial. Ao consultar a documentação e a Matriz RTM, é possível identificar precisamente quais requisitos precisam de refinamento ou quais módulos ainda devem ser integrados, permitindo ajustes pontuais e evoluções constantes sem a necessidade de refatorações completas da arquitetura original.

Conclusão

7.1 Considerações Finais

A presente dissertação objetivou e consolidou um *framework* de Engenharia de Requisitos voltado ao desenvolvimento de Jogos Sérios para a Saúde, utilizando como cenário de validação o atendimento a adultos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Ao concluir este ciclo metodológico, constatou-se que a principal contribuição deste trabalho reside na sistematização da tríade Pessoas, Processos e Produtos, estabelecendo umnexo causal auditável e repetível entre a necessidade clínica e a funcionalidade tecnológica.

Diferente de iniciativas anteriores de caráter exploratório, como o projeto DiagnosTEA, este novo *framework* sistematiza o rigor técnico por meio de modelos de maturidade (CMMI) e práticas consolidadas de Engenharia de Software. Nesse sentido, a transição para um processo de engenharia clássico permitiu que cada etapa do ciclo de vida de requisitos entregasse benefícios tangíveis para a área de Jogos Sérios na saúde.

No que tange à fase de elicitação, o benefício central foi a convergência de perspectivas multidisciplinares. Ao integrar as necessidades do usuário final (UF-01) aos subsídios das autoridades clínicas (PS-01, PS-02, PS-03), o *framework* mitigou o risco de construir ferramentas clinicamente ineficazes ou tecnicamente irrelevantes. Sob essa ótica, esta etapa foi fundamental para elevar as necessidades não funcionais como segurança sensorial e acessibilidade ao status de requisitos de qualidade mandatórios. Já na fase de análise, o método propiciou viabilidade e priorização. Ao filtrar demandas sob a ótica do profissional de TI (DEV-01), evitou-se o desperdício de recursos em funcionalidades inexecutáveis, mantendo o escopo focado em metas de segurança e eficácia clínica.

Ademais, na fase de especificação, o ganho residiu na formalização da base de conhecimento. Através da Especificação de Requisitos de Software (SRS) e do GDD-Sério, as decisões subjetivas tornaram-se diretrizes técnicas explícitas. Consequentemente, houve redução no retrabalho e preservação do conhecimento clínico durante a codificação. Por fim, na fase de validação, introduziu-se a previsibilidade de resultados. A Matriz de Rastreabilidade de Requisitos e os KPIs individuais permitiram medir o su-

cesso do jogo de forma científica, oferecendo uma métrica de confiança para a prescrição terapêutica dessas tecnologias.

Adicionalmente, o processo de transposição documental para a implementação técnica foi submetido a um controle de qualidade prévio. A documentação gerada pelo framework teve seus requisitos de software validados pelo DEV-01, enquanto a consistência da metodologia de desenvolvimento foi ratificada pelo DEV-Externo, validando a viabilidade das diretrizes estarem aptas para a construção. Essa etapa culminou na geração de um protótipo funcional, concebido especificamente para que as hipóteses de rastreabilidade e os protocolos clínicos pudessem ser testados.

Nesse contexto, os resultados obtidos por meio do processo de validação multidisciplinar do protótipo indicam que o framework atingiu o equilíbrio pretendido entre as especificações de Engenharia de Requisitos e a implementação de mecânicas lúdicas dentro de um jogo sério. A convergência de opiniões entre os profissionais de saúde (PS-01, PS-02 e PS-Externo) e os desenvolvedores (DEV-01 e DEV-Externo) demonstra que a RTM atua como o alicerce da telemetria do jogo (latência e logs) para o planejamento de intervenções clínicas. O sucesso na captura da evolução do paciente, destacado com ênfase pelo PS-02 durante os testes funcionais, evidencia que o rigor metodológico baseado no CMMI eleva a maturidade do desenvolvimento de Jogos Sérios, distanciando-os de abordagens ad-hoc e aproximando-os de dispositivos médicos digitais confiáveis.

A eficácia desta trajetória é corroborada pelo cumprimento sistemático dos objetivos específicos. O primeiro objetivo foi atingido pela revisão teórica que alinhou o CMMI ao domínio da saúde, fornecendo a base para o segundo objetivo: a definição metodológica do *framework*. O terceiro objetivo cumpriu-se na aplicação prática ao cenário do TEA, produzindo a documentação técnica (SRS e RTM) que orientou o quarto objetivo, relativo ao desenvolvimento do protótipo e sua subsequente validação.

Não obstante os avanços alcançados, reconhece-se que este estudo apresenta limitações que circunscrevem a generalização imediata dos resultados. Primeiramente, aponta-se o fato de a pesquisadora ter assumido simultaneamente os papéis de analista e desenvolvedora (DEV-01). Embora tal fator tenha sido mitigado pela separação rigorosa dos artefatos documentais e pelo uso de validadores externos para auditar a autonomia do método, a ausência de uma equipe de desenvolvimento independente pode introduzir vieses de implementação inerentes ao conhecimento prévio do domínio.

Adicionalmente, a validação clínica e técnica baseou-se em um único estudo de caso com um grupo reduzido de participantes. Embora a multidisciplinaridade do painel de especialistas dê profundidade às análises, a amostra restrita impede a extrapolação estatística da eficácia do jogo para a totalidade do espectro autista, dada a heterogeneidade clínica da população-alvo. Por fim, ressalta-se que o protótipo apresentado constitui uma fatia vertical da documentação, priorizando a demonstração da rastreabilidade e do fluxo

metodológico em detrimento de uma cobertura exaustiva de todas as funcionalidades elicítadas, o que caracteriza esta etapa como uma prova de conceito do *framework*.

Destaca-se, por último, o reconhecimento da complexidade arquitetural inerente aos sistemas de saúde. A prática demonstrou que a rastreabilidade em Jogos Sérios não é linear, mas frequentemente 1:N (Um para Muitos), em que uma única necessidade clínica pode desdobrar-se em múltiplos requisitos de software, mecânicas de jogo e critérios de aceitação. Em última análise, esta característica reforça a importância de um processo de engenharia robusto para sustentar a evolução e a manutenção de tecnologias assistivas de alta confiabilidade.

7.2 Produções

As atividades de pesquisa desenvolvidas no âmbito desta dissertação resultaram em publicações científicas e reconhecimentos institucionais, detalhados a seguir de acordo com a natureza da contribuição.

7.2.1 Produções como Autora Principal

- “DiagnosTEA: a digital game as a tool for the diagnosis/therapy of Autism Spectrum Disorder” - Publicação e apresentação de artigo completo nos anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital - SBGAMES 2024 [[Barbosa et al. 2024](#)].
- “Diretrizes baseadas em requisitos para o Design de Jogos Sérios para Pessoas com TEA” - A publicação e apresentação de artigo nos anais do SE4Games: I Workshop sobre Engenharia de Software para Desenvolvimento de Jogos, realizado em conjunto com o CBSoft 2025: Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática [[Barbosa, Carvalho e Berretta 2025](#)].
- “The Role of Software Engineering in the Development of Serious Games for Health: A Systematic Literature Review” - Aceite de artigo no *14th International Conference on Serious Games and Applications for Health - SEGAAH 2026*
- “From Clinical Requirements to Game Mechanics: A Requirements Engineering Framework for Serious Games for Health” - Aceite de artigo no *SBCAS 2026 - Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada a Saúde*

7.2.2 Produções em Cooperação

- “Player Experience Evaluation in Digital Games: A Multidimensional Model” - A publicação do artigo nos anais do *INTERACT 2025: 20th IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction* [[Nascimento et al. 2025](#)].

7.2.3 Premiações e Reconhecimentos

- **3º lugar na Trilha de Jogos em Saúde:** Concedido durante o XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (*SBGames 2024*) pela excelência e impacto do trabalho apresentado.
- **Certificado de Reconhecimento CONSUNI:** Concedido pelo Conselho Universitário da Universidade Federal de Goiás (UFG), em celebração ao desempenho acadêmico e à premiação obtida pela pesquisa.

7.3 Trabalhos Futuros

Como continuidade desta investigação, pretende-se avançar para a codificação completa das mecânicas especificadas na documentação atual, expandindo-a para um jogo sério completo após iterações adicionais do *framework*. Este avanço permitirá uma análise empírica de longo prazo do software em contexto de uso clínico real, sendo fundamental para analisar a rastreabilidade de ponta a ponta em cenários de evolução de requisitos e verificar como as definições iniciais se comportam frente a manutenções adaptativas e evolutivas.

Adicionalmente, almeja-se aplicar o *framework* em outros domínios da saúde e com equipes de desenvolvimento independentes, visando mitigar vieses de implementação e testar a escalabilidade da RTM em projetos de grande porte. Sob a ótica da convergência entre a Engenharia de Software e o Game Design, propõe-se o desenvolvimento de ferramentas de automação que permitam a transposição direta da RTM para os componentes de telemetria nos motores de jogos, reduzindo a carga cognitiva do desenvolvedor, mas mantendo a integridade dos dados clínicos. Nesse cenário, uma frente promissora reside na investigação de algoritmos de Ajuste Dinâmico de Dificuldade (*Dynamic Difficulty Adjustment* — DDA) integrados ao *framework*, utilizando a telemetria em tempo real para recalibrar o desafio lúdico de forma autônoma e manter o usuário no estado de fluxo.

Outra frente de investigação reside na exploração de métodos de Engenharia de Requisitos orientados à Experiência do Usuário (UX) para populações neurodivergentes, investigando como artefatos documentais podem prever e adaptar o nível de desafio com base no perfil do jogador. Por fim, pretende-se aprofundar o estudo sobre a intersecção entre a Engenharia de Software e o desenvolvimento de jogos, investigando como processos de maturidade (CMMI) podem coexistir com o ciclo de vida iterativo e criativo dos artefatos lúdicos sem cercear a inovação. O objetivo é consolidar a formalização de requisitos como uma ponte entre o rigor técnico e a liberdade artística, estabelecendo um ecossistema de desenvolvimento capaz de alinhar, de forma indissociável, o rigor proce-

dimental da computação, a eficácia terapêutica da medicina e o engajamento inerente ao universo dos jogos.

Referências Bibliográficas

[Abt 1987]ABT, C. *Serious Games*. Bloomsbury Academic, 1987. ISBN 9780819161482. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=axUs9HA-hF8C>>.

[Al-Awadai 2025]AL-AWADAI, Z. A. A Conceptual Framework for Designing Effective Serious Games for Learning. In: *2025 IEEE Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. Manchester, United Kingdom: IEEE, 2025. p. 1–8. ISBN 979-8-3315-9919-5. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/11168438/>>.

[Alvarez et al. 2023]ALVAREZ, J. et al. A Formal Approach to Distinguish Games, Toys, Serious Games and Toys, Serious Repurposing and Modding, and Simulators. *IEEE Transactions on Games*, v. 15, n. 3, p. 399–410, set. 2023. ISSN 2475-1502, 2475-1510. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9809837/>>.

[Ambros-Antemate et al. 2021]AMBROS-ANTEMATE, J. F. et al. Software engineering frameworks used for serious games development in physical rehabilitation: Systematic review. *JMIR Serious Games*, v. 9, n. 4, p. e25831, Nov 2021. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<https://games.jmir.org/2021/4/e25831>>.

[Andrew et al. 2023]ANDREW, L. et al. Serious games for health promotion in adolescents – a systematic scoping review. *Education and Information Technologies*, v. 28, n. 5, p. 5519–5550, maio 2023. ISSN 1360-2357, 1573-7608. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10639-022-11414-9>>.

[Azadboni et al. 2024]AZADBONI, T. T. et al. Effectiveness of serious games in social skills training to autistic individuals: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 161, p. 105634, 2024.

[Aziz, Ibrahim e Abdullah 2024]AZIZ, N. U. A.; IBRAHIM, R.; ABDULLAH, F. Review of Game Features to Develop a Serious Game Model for Mental Health Awareness. In: *2024 International Conference on Computing Innovation, Intelligence, Technologies and Education (CIITE)*. Sepang, Selangor, Malaysia: IEEE, 2024. p. 1–6. ISBN 979-8-3503-7728-6. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10987762/>>.

- [Barbosa, Carvalho e Berretta 2025]BARBOSA, B.; CARVALHO, S.; BERRETTA, L. Diretrizes baseadas em requisitos para o design de jogos sérios para pessoas com tea. In: *Anais do I Workshop sobre Engenharia de Software para Desenvolvimento de Jogos*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2025. p. 9–16. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/se4games/article/view/36935>>.
- [Barbosa e Ribeiro 2022]BARBOSA, B.; RIBEIRO, M. Jogos digitais no diagnóstico/terapia do transtorno do espectro autista: Uma revisão de literatura. In: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 1297–1306. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23775>.
- [Barbosa et al. 2024]BARBOSA, B. et al. Diagnostea: a digital game as a tool for the diagnosis/therapy of autism spectrum disorder. In: *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 1707–1718. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/32434>>.
- [Brooks Jr 1987]BROOKS JR, F. No silver bullet essence and accidents of software engineering. *IEEE Computer*, v. 20, p. 10–19, 04 1987.
- [Bunt, Greeff e Taylor 2024]BUNT, L.; GREEFF, J.; TAYLOR, E. Enhancing serious game design: Expert-reviewed, stakeholder-centered framework. *JMIR Serious Games*, v. 12, p. e48099, May 2024. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<https://games.jmir.org/2024/1/e48099>>.
- [Carlier et al. 2023]CARLIER, S. et al. A Software Engineering Framework for Reusable Design of Personalized Serious Games for Health: Development Study. *JMIR Serious Games*, v. 11, p. e40054, mar. 2023. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<https://games.jmir.org/2023/1/e40054>>.
- [Carneiro e Neto 2003]CARNEIRO, C. M. P. da S.; NETO, M. G. de M. Frameworks de aplicações orientadas a objetos—uma abordagem iterativa e incremental. In: SBC. *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)*. [S.I.], 2003. p. 107–121.
- [Caserman et al. 2020]CASERMAN, P. et al. Quality Criteria for Serious Games: Serious Part, Game Part, and Balance. *JMIR Serious Games*, v. 8, n. 3, p. e19037, jul. 2020. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<http://games.jmir.org/2020/3/e19037/>>.
- [CMMI Product Team 2006]CMMI Product Team. *CMMI for Development, Version 1.2 (CMMI-DEV, V1.2)*. Pittsburgh, PA, August 2006. Disponível em: <<https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=8065>>.

- [Dong et al. 2025]DONG, J. et al. Radiogenesis: Designing a Serious Game for Radiation Safety Education Through the Integration of the Design–Play–Experience Framework and Social Cognitive Theory. In: *Companion Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. Pittsburgh USA: ACM, 2025. p. 139–147. ISBN 979-8-4007-2023-9. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3744736.3749339>>.
- [Elshahawy, Bakhaty e Sharaf 2020]ELSHAHAWY, M.; BAKHATY, M.; SHARAF, N. Developing computational thinking for children with autism using a serious game. In: *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 761–766.
- [Fang, Silva e Reis 2025]FANG, D.; SILVA, E.; REIS, L. P. Designing Serious Games to Support Teachers’ Emotion Regulation: A Systematic Review. In: *2025 IEEE Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. Manchester, United Kingdom: IEEE, 2025. p. 1–6. ISBN 979-8-3315-9919-5. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/11168429/>>.
- [Fayad, Schmidt e Johnson 1999]FAYAD, M. E.; SCHMIDT, D. C.; JOHNSON, R. E. *Building application frameworks: object-oriented foundations of framework design*. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1999.
- [Fullerton 2024]FULLERTON, T. *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. CRC Press, 2024. ISBN 9781003858447. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=BgH0EAAAQBAJ>>.
- [Graafland, Schraagen e Schijven 2014]GRAAFLAND, M.; SCHRAAGEN, J. M.; SCHIJVEN, M. P. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, Wiley Online Library, v. 101, n. 9, p. 1089–1098, 2014.
- [Gómez-Cambronero et al. 2024]GÓMEZ-CAMBRONERO, et al. Smartphone-based serious games for mental health: a scoping review. *Multimedia Tools and Applications*, v. 83, n. 36, p. 84047–84094, abr. 2024. ISSN 1573-7721. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11042-024-18971-w>>.
- [Honorato et al. 2021]HONORATO, N. et al. Strong: Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxiliar no tratamento do espectro do autismo. In: *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 582–591. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/19692>.
- [International Organization for Standardization 2015]International Organization for Standardization. *ISO/IEC 62304: Medical device software — Software life cycle processes*. [S.l.], 2015. Amendment 1.

- [International Organization for Standardization 2018]International Organization for Standardization. Iso/iec/ieee international standard - systems and software engineering – life cycle processes – requirements engineering. *ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E)*, p. 1–104, 2018.
- [International Organization for Standardization 2023]International Organization for Standardization. *ISO/TR 11147:2023 Health informatics — Personalized digital health — Digital therapeutics (DTx) for personalized health care*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/83767.html>>.
- [Isbister 2016]ISBISTER, K. *How Games Move Us: Emotion by Design*. [S.l.: s.n.], 2016. ISBN 9780262333238.
- [Kitchenham e Charters 2007]KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Citeseer, 2007.
- [Kotonya 1998]KOTONYA, G. *Requirements Engineering Processes and Techniques with Requirements Engineering: A Good Practice Guide Set*. John Wiley & Sons Australia, Limited, 1998. ISBN 9780471353379. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Qu63AAAACAAJ>>.
- [Leavitt e March 1962]LEAVITT, H.; MARCH, J. *Applied Organizational Change in Industry: Structural, Technological and Humanistic Approaches*. Carnegie Institute of Technology, Graduate School of Industrial Administration, 1962. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=P_KZNQAACAAJ>.
- [Liu et al. 2022]LIU, S. et al. A “No-Code” App Design Platform for Mobile Health Research: Development and Usability Study. *JMIR Formative Research*, v. 6, n. 8, p. e38737, ago. 2022. ISSN 2561-326X. Disponível em: <<https://formative.jmir.org/2022/8/e38737>>.
- [Macedo e Souza 2022]MACEDO, M.; SOUZA, M. R. de. Teoria, modelos e frameworks: Conceitos e diferenças. In: *XII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (ciKi)*. Monterrey, México: [s.n.], 2022.
- [Martinez 2022]MARTINEZ, P. N. Design recommendations for active games. *Frontiers in Digital Health*, v. 4, p. 814226, set. 2022. ISSN 2673-253X. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2022.814226/full>>.
- [Maxim e Arnedo-Moreno 2025]MAXIM, R. I.; ARNEDO-MORENO, J. Identifying Key Principles and Commonalities in Digital Serious Game Design Frameworks: Scoping Review. *JMIR Serious Games*, v. 13, p. e54075, mar. 2025. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<https://games.jmir.org/2025/1/e54075>>.

- [Mert et al. 2018]MERT, A. et al. A Medical Serious Games Framework Hierarchy for Validity. In: *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*. Wurzberg: IEEE, 2018. p. 1–2. ISBN 978-1-5386-7123-8. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8493405/>>.
- [Nascimento et al. 2025]NASCIMENTO, D. F. do et al. Player experience evaluation in digital games: A multidimensional model. In: *Human-Computer Interaction – INTERACT 2025: 20th IFIP TC 13 International Conference, Belo Horizonte, Brazil, September 8–12, 2025, Proceedings, Part I*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2025. p. 307–316. ISBN 978-3-032-04998-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-032-04999-5_9>.
- [Nasri et al. 2025]NASRI, S. A. E. M. et al. Gamification in digital healthcare: from evidence review to a novel framework for enhancing patient engagement in chronic disease management. *F1000Research*, v. 14, n. 1396, 2025.
- [Nuseibeh e Easterbrook 2000]NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements engineering: a roadmap. *Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering*, p. 35–46, 2000.
- [Paetsch, Eberlein e Maurer 2003]PAETSCH, F.; EBERLEIN, A.; MAURER, F. Requirements engineering and agile software development. In: *WET ICE 2003. Proceedings. Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2003*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 308–313.
- [Piedade et al. 2023]PIEDADE, P. et al. PartiPlay: A Participatory Game Design Kit for Neurodiverse Classrooms. In: *The 25th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York NY USA: ACM, 2023. p. 1–5. ISBN 979-8-4007-0220-4. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3597638.3614496>>.
- [Piedade et al. 2024]PIEDADE, P. et al. Inclusion as a Process: Co-Designing an Inclusive Robotic Game with Neurodiverse Classrooms. In: *The 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. St. John's NL Canada: ACM, 2024. p. 1–15. ISBN 979-8-4007-0677-6. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3663548.3675664>>.
- [Pohl 2010]POHL, K. *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*. [S.l.]: Springer, 2010.
- [Pressman e Maxim 2021]PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Engenharia de software-9*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2021.

- [Ramalho et al. 2024]RAMALHO, B. et al. Developing Sensorimotor Art Games for Psoriatic Arthritis using Agile Storyboarding and Game Co-Design Processes. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*. Abu Dhabi United Arab Emirates: ACM, 2024. p. 260–267. ISBN 979-8-4007-0729-2. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3696593.3696603>>.
- [Ravers et al. 2025]RAVERS, D. et al. RollAbility: A Case Study of Aligning the Design of Game-Based Wheelchair Skills Training with Clinical Protocols and Player Experience Goals. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, v. 9, n. 6, p. 756–785, out. 2025. ISSN 2573-0142. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3748621>>.
- [Ribeiro, Santos e Oliveira 2021]RIBEIRO, M.; SANTOS, F.; OLIVEIRA, T. Avaliação de requisitos para o desenvolvimento de sistemas interativos voltados a crianças com tea. In: SBC. *Anais do Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)*. [S.l.], 2021. p. 1–10.
- [Robertson et al. 2021]ROBERTSON, M. C. et al. Using the Behaviour Change Wheel Program Planning Model to Design Games for Health: Development Study. *JMIR Serious Games*, v. 9, n. 4, p. e29964, dez. 2021. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<https://games.jmir.org/2021/4/e29964>>.
- [Roungas 2021]ROUNGAS, B. A Game Design Framework for Alleviating Negative Emotions of Cancer Patients. In: *2021 IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. Dubai, United Arab Emirates: IEEE, 2021. p. 1–8. ISBN 978-1-6654-2649-7. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9551911/>>.
- [Santos et al. 2021]SANTOS, P. A. et al. Timing Game - Jogo sério para o estudo da percepção do tempo com Design Participativo: Protótipo e Game Design. In: *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2021)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 922–931. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/19731>.
- [Schell 2014]SCHELL, J. *The Art of Game Design: A Book of Lenses, Second Edition*. CRC Press, 2014. ISBN 9781466598676. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=69UgCAAQBAJ>>.
- [Silva 2023]SILVA, I. C. S. D. Gamificando o Material Dourado: Uma Estratégia para o Auxílio do Ensino do Sistema Decimal de Numeração para Crianças com TEA. In: *Anais*

- Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2023)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 1397–1402. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/27937>.
- [Siriara et al. 2021]SIRIARAYA, P. et al. Game Design in Mental Health Care: Case Study–Based Framework for Integrating Game Design Into Therapeutic Content. *JMIR Serious Games*, v. 9, n. 4, p. e27953, dez. 2021. ISSN 2291-9279.
- [Sommerville 2011]SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 9. ed. [S.I.]: Addison-Wesley, 2011.
- [Souza, Classe e Castro 2023]SOUZA, E. G. D.; CLASSE, T. M. D.; CASTRO, R. M. D. CASEJ: Game Design Canvas para Brainstorming de Jogos para Saúde. In: *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2023)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 1223–1234. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/27915>.
- [Tao et al. 2021]TAO, G. et al. Immersive virtual reality health games: a narrative review of game design. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 18, n. 1, p. 31, 2021.
- [Timaná et al. 2024]TIMANÁ, L. C. R. et al. Use of serious games in interventions of executive functions in neurodiverse children: Systematic review. *JMIR Serious Games*, v. 12, p. e59053, 2024.
- [Trindade, Pereira e Hounsell 2022]TRINDADE, A. B.; PEREIRA, G. B.; HOUNSELL, M. D. S. Requisitos para Jogos Sérios Ativos em Chão Interativo para o Público Autista. In: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2022)*. [S.I.]: SBC, 2022. p. 542–551.
- [Tschang 2007]TSCHANG, F. Balancing the Tensions Between Rationalism and Creativity in the Video Games Industry. *Management Science*, v. 53, n. 3, p. 457–472, 2007.
- [Ushaw, Eyre e Morgan 2017]USHAW, G.; EYRE, J.; MORGAN, G. A paradigm for the development of serious games for health as benefit delivery systems. In: *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. [S.I.: s.n.], 2017. p. 1–8.
- [Vasconcellos e Carvalho 2023]VASCONCELLOS, M.; CARVALHO, F. “gdd-sério”: uma proposta de game design document (gdd) para desenvolvimento de jogos sérios. In: *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 169–178. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/27808>.

- [Wiegers e Beatty 2013]WIEGERS, K.; BEATTY, J. *Software Requirements*. 3rd. ed. [S.l.]: Microsoft Press, 2013.
- [Yang et al. 2022]YANG, D.-J. et al. Development of a Therapeutic Video Game With the MDA Framework to Decrease Anxiety in Preschool-Aged Children With Acute Lymphoblastic Leukemia: Mixed Methods Approach. *JMIR Serious Games*, v. 10, n. 3, p. e37079, 2022.
- [Yang et al. 2021]YANG, Z. et al. Designing mobile eeg neurofeedback games for children with autism. In: _____. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. ISBN 9781450383295. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3447527.3477522>>.
- [Zeiler et al. 2025]ZEILER, M. et al. Game design, effectiveness, and implementation of serious games promoting aspects of mental health literacy among children and adolescents: Systematic review. *JMIR Mental Health*, v. 12, p. e67418, 2025.
- [Zhang et al. 2017]ZHANG, K. et al. Assessment of Children with Autism Based on Computer Games Compared with PEP Scale. In: *2017 International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 106–110.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Este apêndice apresenta a íntegra do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “**Investigação sobre Tecnologias Imersivas Aplicadas para Mundos Virtuais**”. Meu nome é **Luciana de Oliveira Berretta**, sou a pesquisadora responsável e minha área de atuação é Computação Gráfica e Interação Homem Computador. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra ficará comigo. Esclareço que em caso de recusa na participação, em qualquer etapa da pesquisa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora responsável, via e-mail luciana.berretta@ufg.br e, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (62) 3521-1181, inclusive com possibilidade de ligação a cobrar. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62)3521-1215, que a instância responsável por dirimir as dúvidas relacionadas ao caráter ético da pesquisa. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (CEP-UFG) é independente, com função pública, de caráter consultivo, educativo e deliberativo, criado para proteger o bem-estar dos/das participantes da pesquisa, em sua integridade e dignidade, visando contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos vigentes.

A presente pesquisa investiga técnicas de interação em tecnologias imersivas aplicadas à construção de mundos e agentes virtuais analisando o senso de presença e a experiência do usuário (UX) em contextos imersivos. Você será convidado a interagir com ambientes virtuais bem como a responder um questionário eletrônico e para isso deverá reservar um período de 40 minutos. Você tem direito ao ressarcimento das despesas decorrentes da cooperação com a pesquisa, inclusive transporte e alimentação, se for o caso. Em caso de danos, você tem o direito de pleitear indenização, conforme previsto em Lei.

Se você não quiser que seu nome seja divulgado, está garantido o sigilo que assegure a privacidade e o anonimato. As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas. Como benefícios direto aos participantes, a exposição a ambientes virtuais pode aprimorar habilidades de navegação e percepção espacial; os ambientes imersivos exigem maior concentração, o que pode beneficiar a capacidade de atenção seletiva; os participantes têm a oportunidade de explorar inovações em VR, o que pode ser útil para aprendizado e adaptação tecnológica. Os riscos associados à sua opção por participar desta pesquisa são: náusea de movimento, desorientação e perda de equilíbrio, fadiga ocular e cansaço. Aos participantes estarão garantida a segurança física e os cuidados necessários decorrentes do risco de mal-estar ou náusea. Além do sigilo que assegure sua privacidade e anonimato em eventos ou publicações científicas que reportem os resultados desta pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

Durante todo o período da pesquisa e na divulgação dos resultados, sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de alguma forma, identificá-lo, será mantido em sigilo. Todo material ficará sob minha guarda por um período mínimo de cinco anos e após esse período os dados serão arquivados e não mais utilizados. Para condução da entrevista é necessário o seu consentimento para utilização de um gravador (se for o caso de utilizar), faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

- Permito a utilização de gravador durante a entrevista.
- Não permito a utilização de gravador durante a entrevista.

As gravações serão utilizadas na transcrição e análise dos dados, sendo resguardado o seu direito de ler e aprovar as transcrições. Pode haver necessidade de utilizarmos sua voz em publicações. Faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

- Autorizo o uso de minha voz em publicações.
- Não autorizo o uso de minha voz em publicações.

Pode haver também a necessidade de utilizarmos sua opinião em publicações, faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

- Permito a divulgação da minha opinião nos resultados publicados da pesquisa.
- Não Permito a divulgação da minha opinião nos resultados publicados da pesquisa.

Pode haver também a necessidade de utilizarmos sua imagem em publicações, faça uma rubrica entre os parênteses da opção que valida sua decisão:

- Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.
- Não Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.

Pode haver necessidade de dados coletados em pesquisas futuras, desde que seja feita nova avaliação pelo CEP/UFG. Assim, solicito a sua autorização, validando a sua decisão com uma rubrica entre os parênteses abaixo:

- Permito a utilizar esses dados para pesquisas futuras.
- Não Permito a utilizar esses dados para pesquisas futuras.

Declaro que os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA**

1.2 Consentimento da Participação na Pesquisa:

Eu,, abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “Investigação sobre Tecnologias Imersivas Aplicadas para Mundos Virtuais”. Informo ter mais de 18 anos de idade e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora responsável Luciana de Oliveira Berretta sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Goiânia, de de

Assinatura por extenso do(a) participante

Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

Se o (a) participante for iletrado (a), acrescentar local para assinatura de duas testemunhas

Roteiros de Entrevista para Elicitação de Requisitos

Este apêndice apresenta os roteiros de entrevista semiestruturados aplicados durante a Fase 1 (Elicitação) do *framework* proposto. As perguntas foram elaboradas para alinhar as necessidades clínicas, as preferências do usuário final e a viabilidade técnica de implementação.

B.1 Roteiro para Profissionais da Saúde (Autoridade de Domínio)

Objetivo: Levantar as Regras de Negócio e os protocolos de segurança clínica.

- 1.No contexto do atendimento a adultos com TEA, quais são os limites sensoriais ou comportamentais que você considera inegociáveis para uma ferramenta digital?
- 2.Quais elementos visuais (luzes, cores) ou sonoros costumam ser gatilhos de sobrecarga ou crises para esse público específico?
- 3.Pensando em sociabilidade, qual comportamento ou habilidade social seria um indicador de sucesso clínico se fosse exercitado em um ambiente virtual?
- 4.Como você avalia a substituição de mecânicas punitivas (como o *Game Over*) por *loops* de correção pedagógica?
- 5.Para fins de acompanhamento terapêutico, quais dados de interação do paciente seriam mais relevantes em um relatório clínico gerado pelo sistema?

B.2 Roteiro para Pessoas com TEA (Usuário Final)

Objetivo: Mapear os Requisitos de Usuário e elementos de engajamento lúdico.

- 1.Quais são seus hábitos de jogo atuais e o que mais te atrai em uma experiência digital (história, exploração, desafios técnicos)?

2. Em sua experiência prévia com jogos, o que você considera mais irritante ou o que costuma te fazer abandonar uma partida?
3. Você sente dificuldade em interpretar intenções subjetivas ou figuras de linguagem em diálogos de jogos? Como você gostaria que isso fosse sinalizado?
4. Em relação à estética, você prefere ambientes com alto nível de detalhamento visual ou interfaces mais limpas e previsíveis?
5. Como você se sente em relação a jogos que tentam ensinar habilidades sociais? O que evitar para que a experiência não pareça infantilizada para um adulto?

B.3 Roteiro para Desenvolvedores

Objetivo: Validar a viabilidade técnica e a integridade da documentação.

1. Considerando as restrições clínicas de "Não-Punição" e a necessidade de "Engajamento", quais estratégias de *design* você sugere para manter o desafio sem frustrar o usuário?
2. Qual o nível de complexidade para implementar a extração de metadados como latência de resposta e taxa de acerto em árvores de diálogo ramificadas?
3. A estrutura da Matriz de Rastreabilidade (RTM) apresentada permite identificar claramente a origem clínica de cada funcionalidade a ser codificada?
4. Como o uso de *ScriptableObjects* para a gestão de conteúdos textuais isolados da lógica impacta a escalabilidade do projeto?
5. Na sua percepção técnica, os artefatos de especificação gerados (SRS e GDD-Sério) são suficientes para iniciar o desenvolvimento sem a necessidade de consultas constantes aos especialistas?

Organização dos Registros das Entrevistas Conduzidas

C.1 Registro do UF-01

ID da Elicitação: UF-01 (Usuário Final - Adulto com TEA)

Foco: Usabilidade, Sensibilidade Sensorial e Processamento de Linguagem.

C.1.1 Nota 1: O Desafio da Subjetividade

Insight [CENÁRIO]: O usuário relata que "não consegue ler as entrelinhas" e que a subjetividade alheia causa paralisia social. **Tradução Técnica:** Criar um HUD (mostrador) que materialize a intenção emocional do NPC. **Impacto Documental:** Geração do REQ-01 (Termômetro Social).

C.1.2 Nota 2: Processamento Auditivo e Legendas

Insight [SENSORIAL]: Dificuldade em processar falas rápidas ou em ambientes com ruído. Necessidade de suporte visual para o texto. **Tradução Técnica:** Legendas obrigatórias de alto contraste.

Impacto Documental: Geração do REQ-04 (Motor de Legendas Dinâmicas).

C.1.3 Nota 3: Tolerância ao Erro

• **Insight [MECÂNICA]:** Relato de que errar em interações reais causa um "travamento" (shutdown). O jogo não pode replicar esse sentimento de derrota definitiva.

• **Tradução Técnica:** Ausência de punição severa ou perda de progresso ao errar um diálogo.

• **Impacto Documental:** Geração do REQ-03 (Progressão Não-Punitiva).

C.2 Registro do PS-01

ID da Elicitação: PS-01 (Psiquiatra)

Foco: Validade Clínica e Rastreabilidade de Metas.

C.2.1 Nota 1: Sincronia e Coerência

- **Insight [SEGURANÇA]:** Para um jogo ser terapêutico, a face do personagem deve ser perfeitamente coerente com o que ele está dizendo.
- **Tradução Técnica:** Sincronia labial e animações faciais baseadas em estados emocionais validados.
- **Impacto Documental:** Refinamento do REQ-01 no GDD.

C.2.2 Nota 2: Mensurabilidade do Progresso

- **Insight [DADOS]:** O médico precisa de dados para validar se o paciente está evoluindo ou apenas "jogando".
- **Tradução Técnica:** Sistema de logs que exporte o desempenho para análise clínica posterior.
- **Impacto Documental:** Geração do REQ-05 (Módulo de Telemetria)

C.3 Registro do PS-02

ID da Elicitação: PS-02 (Neuropsicóloga)

Foco: Pragmática, Movimento Social e Gatilhos Sensoriais.

C.3.1 Nota 1: O "Sincericídio" e a Pragmática

- **Insight [MECÂNICA/CENÁRIO]:** O paciente autista (nível 1) tende a falar a "verdade literal", ofendendo outras pessoas sem intenção. Possui dificuldade crônica com metáforas ("pés nas costas").
- **Tradução Técnica:** Criar um simulador de "Filtro Social".
- **Impacto Documental:** Inclusão do REQ-06 na RTM e detalhamento de mecânicas de feedback pedagógico no GDD-Sério (Dimensão Procedimental).

C.3.2 Nota 2: Reconhecimento Dinâmico de Emoções

- **Insight [MECÂNICA]:** Testes com fotos estáticas não refletem a vida real. A dificuldade está no "movimento social" (mudança rápida de face + tom de voz).

- Tradução Técnica:** NPCs não podem ser estáticos. A interface precisa sinalizar mudanças durante a animação de fala.
- Impacto Documental:** Reforça o REQ-01 e exige integração de assets dinâmicos na Fase de Especificação.

C.3.3 Nota 3: Bateria Social e Sobrecarga

- Insight [SENSORIAL]:** Ambientes com muita movimentação ao fundo (aeropor-
tos) esgotam a cognição do paciente.
- Tradução Técnica:** Minimizar renderização de NPCs secundários e distrações
visuais no background.
- Impacto Documental:** Geração do requisito de usabilidade cognitiva (RNF-05 na
SRS).

C.3.4 Nota 4: O Valor do Relatório Médico

- Insight [DADOS]:** Importante medir o tempo de resposta do paciente diante de
uma metáfora para avaliar impulsividade.
- Tradução Técnica:** Implementar *timer* invisível atrelado a cada escolha de diálogo.
- Impacto Documental:** Atualização do RF-03 (Módulo de Metadados) para incluir
logs de latência de resposta.

C.4 Registro do PS-03

ID da Elicitação: PS-03 (Médico Psiquiatra Clínico)

Foco: Previsibilidade, Modelagem e Setup Personalizado.

C.4.1 Nota 1: A Dor da Imprevisibilidade

- Insight [CENÁRIO]:** Situações sem estrutura (falar do tempo) geram alta ansie-
dade. O jogo deve começar com cenários focados em interesses em comum.
- Tradução Técnica:** Categorização dos níveis do jogo.
- Impacto Documental:** Inclusão no GDD-Sério de fases divididas por Nível de
Previsibilidade (Alta, Média, Baixa). Inclusão do REQ-07.

C.4.2 Nota 2: Aprendizado por Modelagem (Sem Punição)

- Insight [MECÂNICA]:** O paciente sofre pela consequência do erro, não pelo erro
em si. Punições geram bloqueios vitalícios.

- Tradução Técnica:** Feedback direto, sem subentendidos, com oferta imediata de alternativas.
- Impacto Documental:** Atualização da Regra de Negócio (RN-01) proibindo o "Game Over" e criação do "Loop de Correção".

C.4.3 Nota 3: Risco de Infantilização

- Insight [SEGURANÇA]:** Adultos nível 1 podem se ofender se o jogo for muito básico ou se os tratar como incapazes.
- Tradução Técnica:** Sistema de parametrização inicial de perfil.
- Impacto Documental:** Criação do REQ-08, exigindo um Módulo de Profiling (RF-01) alimentado pelo médico/paciente para regular dificuldade.

C.4.4 Nota 4: O Relatório Ideal

- Insight [DADOS]:** O psiquiatra quer saber como o paciente performa na situação "previsível" vs "imprevisível".
- Tradução Técnica:** *Queries* no banco de dados que cruzem a taxa de erro com a categoria do cenário.
- Impacto Documental:** Refinamento do RF-03 (Dashboard) para gerar gráficos comparativos de previsibilidade.

C.5 Registro do DEV-02

ID da Elicitação: DEV-02 (Engenheiro de Software)

Foco: Auditor Técnico e Engenheiro de Software Externo.

C.5.1 Nota 1: Escopo da Validação

O especialista realizou a leitura e análise crítica da Especificação de Requisitos de Software (SRS), do Game Design Document (GDD-Sério) e da Matriz de Rastreabilidade de Requisitos (RTM). O foco da validação concentrou-se na verificação de ambiguidade, consistência lógica, completude e viabilidade de implementação dos artefatos.

C.5.2 Nota 2: Resumo do Parecer Técnico

O especialista atestou que a estrutura documental apresenta um alto grau de organização e nexos causais entre as necessidades de saúde e as funções de software. Contudo,

Identificador	Status de Validação	Observações Técnicas do Especialista
RN-BUS-01 a 03	Homologado	Requisitos de negócio claros e bem definidos.
RN-BUS-04	Sub-especificado	A rastreabilidade relacionada a protocolos clínicos específicos carece de detalhamento técnico para implementação.
STK-REQ-04	Sub-especificado	Necessidade de maior rigor na definição da validade estatística dos relatórios gerados.
RF-05	Sub-especificado	Ambiguidade no mapeamento de figuras de linguagem. É necessária uma lista de referência (metáforas/ironias) para evitar interpretação subjetiva do desenvolvedor.
RN-01 a 07	Homologado	Regras de negócio consistentes e logicamente integradas ao fluxo de jogo.

Tabela C.1: Itens Analisados e Observações de Auditoria

foram identificados pontos críticos que poderiam comprometer a implementação por terceiros devido à subjetividade ou falta de parâmetros técnicos (Tabela C.1).

C.5.3 Considerações Finais do Auditor

A documentação é robusta e aproxima o desenvolvimento de jogos sérios de padrões de maturidade de mercado (CMMI). Os pontos de sub-especificação detectados (RF-05 e RN-BUS-04) não invalidam o framework, mas indicam a necessidade de uma iteração adicional de refinamento técnico para garantir a previsibilidade total do artefato final.

C.6 Tradução Terminológica: Conversão de Evidências Clínicas em Requisitos Técnicos

O que o Especialista diz (Linguagem Clínica)	O que você escreve (Linguagem de Engenharia)	Onde aplicar no Documento
"O paciente tem dificuldade em ler as entrelinhas e a subjetividade."	REQ-01: Sistema de redução de carga subjetiva via indicadores visuais.	Matriz RTM e GDD (Interface/HUD).
"Barulhos, luzes fortes ou multidões causam sobrecarga e crises." "Ele não entende sarcasmo, ironia ou metáforas."	RNF-02: Requisitos de acessibilidade sensorial e limites de estímulo. REQ-06: Lógica de diálogo com filtros de adequação social e pragmática.	SRS (Requisitos Não Funcionais). SRS (Funcional) e GDD (Mecânicas).
"O erro deve ser um aprendizado, não algo que gere bloqueio."	RN-01: Regra de negócio de <i>Loop</i> de Correção e falha não-punitiva.	Documento de Regras de Negócio e GDD.
"A falta de rotina e de saber o que vem depois gera ansiedade."	REQ-07: Escalonamento de níveis por graus de previsibilidade social.	GDD (Progressão e Níveis).
"Cada autista é único; o que serve para um pode ofender outro."	REQ-08: Módulo de <i>Setup/Profiling</i> para calibração de dificuldade.	SRS (Requisito Funcional 01).
"Preciso de dados para ver se ele está evoluindo na terapia."	REQ-05: Telemetria de dados clínicos e latência de resposta.	SRS (RF-03 - Módulo de Log).
"A face deve bater com o que ele fala (prosódia e expressão)."	RN-02: Coerência de ativos multimodais (Sincronia Labial/Facial).	GDD (Dimensão Visual).

Tabela C.2: Tabela de Tradução Terminológica: Conversão de Evidências Clínicas em Requisitos Técnicos

Formulário de Validação

D.1 Identificação

D.1.1 Você está avaliando como:

Profissional da Saúde Pessoa Adulta com TEA Profissional de TI

D.2 Usuário Final

D.2.1 As cores e o cenário não causaram desconforto visual ou distração.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.2.2 O texto das legendas estava fácil de ler e entender.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.2.3 As explicações de sarcasmo e metáforas (ex: "carregar o mundo nos ombros") foram fáceis de entender.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.2.4 As expressões faciais auxiliaram no entendimento da respostas.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.2.5 O estilo da arte do jogo te agrada.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.3 Profissional da Saúde**D.3.1 O fluxo de 'erro -> explicação -> re-tentativa' atende ao conceito de aprendizado por modelagem sem punição.**

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.3.2 A captura do tempo de resposta nas metáforas auxilia você como profissional.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.3.3 A planilha consolidada com erros por diálogo fornece dados para você planejar uma intervenção clínica.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.3.4 Os dados do relatório facilita o seu acompanhamento da evolução do paciente.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.4 Profissional de TI**D.4.1 Sobre o protótipo**

A vinculação de todos os diálogos ao REQ-06 no inspector facilita a manutenção da Matriz de Rastreabilidade.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

O uso de ScriptableObjects para separar o conteúdo textual da lógica do Dialogue-Manager parece adequado para escalar o jogo.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

O método de gravação de logs (CSV) demonstra ser íntegro para a coleta de dados de pesquisa.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

D.4.2 Sobre o *Framework*

Baseado na documentação gerada pelas etapas do framework, você conseguiria iniciar o desenvolvimento de um jogo.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

As informações da documentação de requisitos é relevante para a construção do jogo.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente

Esse framework pode ser aplicado em outros contextos da saúde.

Discordo Totalmente Discordo Neutro Concordo Concordo Totalmente