

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA  
Engenharia de Software

# Requisitos não-funcionais no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH

Autor: Helena Bretas Goulart e Gabriel Batista Albino Silva  
Orientador: Msc. Cristiane Soares Ramos

Brasília, DF  
2022





Helena Bretas Goulart e Gabriel Batista Albino Silva

## **Requisitos não-funcionais no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Msc. Cristiane Soares Ramos

Coorientador: Msc. Ricardo Ajax Dias Kosloski

Brasília, DF

2022

---

Helena Bretas Goulart e Gabriel Batista Albino Silva

Requisitos não-funcionais no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH/ Helena Bretas Goulart e Gabriel Batista Albino Silva. – Brasília, DF, 2022-

82 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Msc. Cristiane Soares Ramos

Trabalho de Conclusão de Curso – ,Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA 2022.

1. Palavra-chave01: Jogos sérios: TDAH 2. Palavra-chave02: Requisitos não-funcionais: Requisitos não-funcionais 3. : Atributos de qualidade 4. *NFR Framework* I. Msc. Cristiane Soares Ramos. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Requisitos não-funcionais no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH

CDU 02:141:005.6

---

Helena Bretas Goulart e Gabriel Batista Albino Silva

## **Requisitos não-funcionais no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

---

**Msc. Cristiane Soares Ramos**  
Msc. Cristiane Soares Ramos

---

Msc. Ricardo Ajax Dias Kosloski

---

Dr. Sérgio Antônio Andrade de Freitas

---

Dr. André Luiz Peron Martins Lanna

Brasília, DF  
2022



# Agradecimentos

Agradeço à minha família, Paulo, Daniela e Cristina, que se esforçou para garantir acesso ao estudo de qualidade, e incentivou que eu fosse em busca de vãos longos e prósperos em minha carreira.

Aos amigos, que me deram suporte e carinho nos momentos que mais precisei. Em especial, deixo meu eterno agradecimento a Hugo, Tatyanna e Isabel, que foram minhas companhias incondicionais. Sem vocês eu jamais teria conseguido.

Por fim, há pessoas que viveram dia pós dia da experiência mais revolucionária da minha vida: Gabriel Albino, Cristiane Soares e Ricardo Ajax, obrigada por serem meus feis companheiros durante a graduação e por me darem forças e alegria para para chegar até aqui.

Com carinho, Helena Bretas Goulart.

---

Agradeço à minha mãe, Elza, por todo o suporte nesses anos, sem dúvidas uma peça fundamental em todas as áreas da minha vida. Aos meus irmãos, Pedro e Camila, pelo apoio e ensinamentos que certamente agregaram á essa formação.

Aos amigos Phillipe e Igor pelo companheirismo e momentos de alegria, sempre necessários para se gostar do que faz.

Aos inumeros professores que tive ao longo desses anos, por todo compromisso e tutoria. Vocês são o motivo da existência de toda uma cadeia social, da agricultura á exploração do universo, formando seres humanos que, assim como vocês, mudam o mundo para melhor. Dentre inumeras outras excelentes pessoas e tutores, cito Cristiane Ramos e Ricardo Ajax.

E, por fim, à Helena Goulart, pela companhia e suporte. Sua positividade e o jeito de levar a vida são inspiradores. Obrigado por revolucionar a experiência dessa graduação, do café ao Trabalho de Conclusão de Curso.

Com carinho, Gabriel Batista Albino Silva.





# Resumo

O Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é um transtorno neurológico que apresenta sintomas como impulsividade e desatenção. Atualmente a tecnologia é uma das alternativas encontradas para o alívio de sintomas juntamente com o tratamento tradicional, e nesse contexto encontram-se os Jogos Sérios. Esta monografia tem por objetivo identificar um conjunto de requisitos não-funcionais essenciais no desenvolvimento de Jogos Sérios para crianças e adolescentes com TDAH, e que auxiliem no alívio de sintomas para este público. O trabalho realiza uma abordagem qualitativa, através de uma revisão de literatura. Das literaturas estudadas, observa-se que "Apreensibilidade", "Operabilidade" e "Usabilidade" foram os atributos de qualidade que apresentaram maior impacto nos usuários durante o tratamento. Além disso, "Efetividade" e "Eficiência" são pouco citadas, enquanto o importante atributo de qualidade "Segurança" não chega a ser mencionado. Para consolidar os resultados da revisão de literatura houve a elaboração de um NFR Framework, que visa auxiliar desenvolvedores a considerar os atributos de qualidade críticos no desenvolvimento de jogos sérios. Posteriormente, o Framework foi validado pelos pesquisadores e se mostrou apto a ser utilizado em trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** requisitos não-funcionais, Jogos Sérios, TDAH, atributos de qualidade, *NFR Framework*.



# Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurological disorder that presents impulsivity and inattention as symptoms. Technology is one of the alternatives found for the relief of symptoms along with traditional treatment. In this context exists Serious Games. This monograph aims to identify essential non-functional requirements in the development of Serious Games for children and adolescents with ADHD that help in the relief of symptoms. Through a qualitative approach, a literature review was developed, and it was observed that "Apprehensibility", "Operability" and "Usability" were the quality attributes that had the greatest impact on users during treatment. Furthermore, "Effectiveness" and "Efficiency" are rarely mentioned, while the important quality attribute "Safety" is not mentioned at all. To consolidate the results of the literature review, a NFR Framework was developed, which aims to help developers to meet critical quality attributes in the development of serious games. Subsequently, the Framework was validated by the researchers and proved to be able to be used in future works.

**Key-words:** non-functional requirements, Serious Games, ADHD, quality attributes, NFR Framework.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Relação dos atributos de qualidade citados nos artigos (Fonte: Autoria própria) . . . . .	27
Figura 2 – Elementos do gráfico SIG (NFR Framework) (Fonte: Adaptado de CHUNG, L. et al. The nfr framework in action.) . . . . .	38
Figura 3 – <i>NFR Framework</i> - Completo (Fonte: Autoria própria) . . . . .	40
Figura 4 – NFR Framework dos requisitos críticos - Resumo (Fonte: Autoria própria)	41
Figura 5 – <i>NFR Framework</i> - Portabilidade (Fonte: Autoria própria) . . . . .	42
Figura 6 – <i>NFR Framework</i> - Apreensibilidade (Fonte: Autoria própria) . . . . .	43
Figura 7 – NFR Framework - Satisfação (Fonte: Autoria própria) . . . . .	44
Figura 8 – NFR Framework - Usabilidade (Fonte: Autoria própria) . . . . .	45
Figura 9 – <i>NFR Framework</i> - Operabilidade (Fonte: Autoria própria) . . . . .	46
Figura 10 – <i>NFR Framework</i> - Resumo das Ligações Implícitas (Fonte: Autoria própria) . . . . .	47
Figura 11 – Captura de tela do jogo <i>BrainGymmer</i> (Fonte: Autoria própria) . . . . .	49
Figura 12 – Captura de tela do jogo <i>BrainGymmer</i> (Fonte: Autoria própria) . . . . .	50
Figura 13 – NFR Framework - Avaliação do <i>BrainGymmer</i> (Fonte: Autoria própria)	52
Figura 14 – Documentos por ano de publicação (Fonte: <i>Articles Per Year</i> (Scopus, 2022)) . . . . .	74
Figura 15 – Documentos por local de publicação (Fonte: <i>Analised search results</i> (SCOPUS, 2022)) . . . . .	74
Figura 16 – Documentos por área de conhecimento (Fonte: <i>Analised search results</i> (SCOPUS, 2022)) . . . . .	75
Figura 17 – Documentos por tipo de publicação (Fonte: <i>Analised search results</i> (SCOPUS, 2022)) . . . . .	75
Figura 18 – Fluxo de filtragem de artigos na primeira realização do mapeamento (Fonte: Autoria própria) . . . . .	76
Figura 19 – Fluxo de filtragem de artigos na segunda realização do mapeamento (Fonte: Autoria própria) . . . . .	76
Figura 20 – Relação dos artigos retirados por critério de exclusão (Fonte: Autoria própria) . . . . .	77
Figura 21 – Relação dos artigos incluídos por critério de inclusão (Fonte: Autoria própria) . . . . .	78



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Atributos de qualidade presentes nos artigos . . . . .	28
Tabela 2 – Objetivo da pesquisa . . . . .	65
Tabela 3 – Questões de pesquisa . . . . .	66
Tabela 4 – PICOC . . . . .	67
Tabela 5 – Argumento de busca . . . . .	67
Tabela 6 – Critérios de inclusão . . . . .	69
Tabela 7 – Critérios de exclusão . . . . .	70
Tabela 8 – Critérios de qualidade . . . . .	70
Tabela 9 – Pontuações possíveis da avaliação de qualidade . . . . .	70
Tabela 10 – Extração de dados . . . . .	71
Tabela 11 – Quantidade de artigos por critério de exclusão . . . . .	77
Tabela 12 – Quantidade de artigos por critério de inclusão . . . . .	78
Tabela 13 – Artigos mapeados . . . . .	79





# Lista de abreviaturas e siglas

TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
SGs	<i>Serious Games</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
FURPS+	Functionality, Usability, Reliability, Performance and Supportability
NFR	Non-functional Requirements
SQuaRE	<i>Software Product Quality Requirements and Evaluation</i>
SIG	<i>Softgoal Interdependency Graph</i>
RPG	<i>Role Playing Game</i>
TCC 1	Trabalho de Conclusão de Curso 1
TCC 2	Trabalho de Conclusão de Curso 2
WoS	<i>Web Of Science</i>
UI	<i>User Interface</i>



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade	21
2.2	Jogos sérios	21
2.3	Qualidade de Software	22
2.4	Engenharia de requisitos e qualidade de software em SGs	23
2.5	Questões de pesquisa	26
2.5.1	Quais atributos de qualidade se mostram essenciais nos SGs desenvolvidos para crianças e adolescentes com TDAH?	26
2.5.2	São percebidos os impactos desses atributos de qualidade na efetividade do tratamento alternativo para TDAH?	29
2.5.3	Quais meios estão sendo usados para medir a satisfação e engajamento do usuário final nos jogos sérios?	30
2.6	Trabalhos relacionados	30
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
3.1	Classificação da metodologia de pesquisa	33
3.2	Plano metodológico adotado	34
3.2.1	Planejamento da pesquisa	34
3.2.2	Coleta de dados	34
3.2.2.1	Procedimento de pesquisa	34
3.2.2.2	Técnica de coleta de dados	34
3.2.3	Análise e interpretação dos dados	35
3.2.4	Redação dos resultados	35
<b>4</b>	<b>NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS FRAMEWORK</b>	<b>37</b>
4.1	<i>NFR Framework</i> de jogos sérios para pessoas com TDAH	38
4.1.1	Resultados	39
4.2	<i>Avaliação do NFR Framework</i>	48
4.2.1	Processo de avaliação	48
4.2.2	Validação do NFR proposto	49
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>53</b>
5.1	Ameaças à validade do estudo	54
5.2	Trabalhos futuros	54

	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE A – PROTOCOLO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA</b> . . . . .	<b>65</b>
<b>A.1</b>	<b>Informações gerais</b> . . . . .	<b>65</b>
<b>A.2</b>	<b>Questão de pesquisa</b> . . . . .	<b>65</b>
<b>A.3</b>	<b>Identificação dos estudos</b> . . . . .	<b>66</b>
A.3.1	Delimitar a <i>string</i> de busca . . . . .	67
A.3.2	Determinar fontes de pesquisa . . . . .	67
A.3.3	Definição da estratégia de busca . . . . .	68
<b>A.4</b>	<b>Seleção e avaliação de estudos</b> . . . . .	<b>68</b>
A.4.1	Determinar critérios de seleção . . . . .	68
A.4.2	Definir critérios de qualidade . . . . .	68
A.4.3	Estratégia de seleção de estudos . . . . .	69
<b>A.5</b>	<b>Síntese dos dados e apresentação dos resultados</b> . . . . .	<b>70</b>
A.5.1	Estratégia de extração de dados . . . . .	71
A.5.2	Estratégia de sumarização dos dados . . . . .	72
	<b>APÊNDICE B – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO E LITERATURA</b> . . . . .	<b>73</b>
<b>B.1</b>	<b>Mapeamento Sistemático de Literatura</b> . . . . .	<b>73</b>
<b>B.2</b>	<b>Transparência de dados</b> . . . . .	<b>82</b>

# 1 Introdução

O Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é um transtorno neurológico conhecido por apresentar um padrão persistente de impulsividade, hiperatividade e desatenção. O diagnóstico é realizado, em muitas das vezes, entre os 6 e 12 anos de idade (AHUFINGER; HERRERO-MARTÍN, 2021). Segundo Geary (2004), em seu estudo sobre déficit cognitivo e dificuldades em aprendizagens matemáticas, crianças com TDAH são pouco efetivas realizando tarefas que necessitam do uso de memória, leitura e concentração por períodos prolongados (GEARY, 2004).

Em seu estudo, Machado et al. (2019) afirmam que o tratamento medicamentoso de TDAH atinge a eficiência de 70% a 80% dos casos, e pode causar efeitos colaterais como irritabilidade e falta de apetite (MACHADO et al., 2019). Neste contexto, existem trabalhos sendo realizados a fim de estudar o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como apoio pedagógico no ensino de crianças (INFANTE-MORO; INFANTE-MORO; GALLARDO-PÉREZ, 2019). Alguns exemplos de intervenção são livros eletrônicos, realidade aumentada, inteligência artificial, tratamento com *neurofeedback* e jogos sérios.

Tratando-se de tecnologia e possibilidades de tratamento de TDAH, os jogos sérios (SGs, por sua sigla em inglês para *Serious Games*) tornaram-se referência no auxílio de crianças e adolescentes para auxiliar o aumento de atenção e foco, e são considerados como uma forma de tratamento alternativo. Os SGs permitem transpassar dificuldades que atrapalham o aprendizado, tais como: disfunções de atenção, visuais, físicas, auditivas ou verbais (VELTJEN, 2010). Isso é feito por meio da digitalização de um modelo tradicional de ensino, que também pode ser utilizada para incentivos terapêuticos, educacionais e exploratórios.

Contudo, os SGs consistem em um acompanhamento de médio a longo prazo na maioria dos casos, e a eficácia depende da motivação e do engajamento do usuário (MACHADO et al., 2019). Diversas falhas de *design*, como a falta de componentes divertidos, interface pouco intuitiva ou repetição de tarefas, podem influenciar negativamente na motivação e no engajamento do usuário (HOCINE; AMEUR; ZIANI, 2019). No contexto de pessoas diagnosticadas com TDAH, a perda de atenção, a frustração e o desencorajamento são os comportamentos mais observáveis e podem ser potencializados pela desmotivação. As soluções online e as técnicas usadas no desenvolvimento de SGs podem desempenhar um papel fundamental, sendo uma boa alternativa explorável nos dias atuais para estimular o processo de aprendizagem e habilidades de memória, servindo como complemento das terapias tradicionais (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014) (BOEN-

DERMAKER et al., 2017).

Essencialmente, o comportamento de um software é definido por um conjunto de requisitos, que podem ser funcionais ou não-funcionais. Os requisitos funcionais descrevem o comportamento do sistema, enquanto os não-funcionais estão diretamente ligados a atributos de qualidade do software, como performance, usabilidade e segurança. Existem alguns modelos para classificação desses atributos, como por exemplo o FURPS+, um acrônimo em inglês para as palavras Funcionalidade, Usabilidade, Confiabilidade, Performance e Suportabilidade (CHUNG et al., 2012).

Estudos sobre as características existentes que possuem maior impacto na efetividade e engajamento de SGs podem ser encontrados atualmente (CÉSPEDES-HERNÁNDEZ et al., 2015), porém as necessidades especiais de crianças com TDAH são específicas. É importante considerar em seus atributos de qualidade as necessidades especiais decorrentes de déficits de domínio cognitivo (BARKLEY, 1997), de modo que o produto resultante possua menos fatores desmotivadores. Apesar de toda a importância já ressaltada, as literaturas sobre o desenvolvimento de SGs consideram majoritariamente os requisitos funcionais, e há falta de foco nos requisitos não-funcionais.

Portanto, o objetivo geral dessa pesquisa visa identificar um conjunto de requisitos não-funcionais críticos que auxiliem na efetividade da intervenção dos SGs no alívio de sintomas de TDAH.

Para alcançar os pontos mencionados anteriormente, foram determinados os objetivos específicos apresentados na sequência:

- Realizar uma revisão da literatura para identificar requisitos não-funcionais utilizados em SGs no tratamento alternativo ou no alívio de sintomas para pessoas com TDAH;
- Analisar quais atributos de qualidade de software possuem impacto na efetividade de um SG;
- Propor uma modelagem de *NFR Framework* para o desenho de SGs para crianças e adolescentes com TDAH.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2, encontra-se o referencial teórico com o estado da arte de SGs para pessoas com TDAH, além de conceitos importantes, como: qualidade de software e engenharia de requisitos; na seção 3, é descrita a metodologia aplicada na pesquisa; na seção 4 é discutido o Framework NFR e sua aplicação ao contexto da pesquisa; na seção 5 encontram-se as considerações finais dos autores.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é conhecido por apresentar déficit em características comportamentais, tais como desatenção e impulsividade, além de dificuldade com tarefas relacionadas à memória e ao controle de execução (AGHDAM; ALAVI, 2019). Algumas dessas características estão ligadas a um núcleo de funções executivas: a impulsividade, por exemplo, pode levar ao desejo de obter recompensas imediatas (CREPALDI et al., 2020b).

Conteúdos publicados a respeito do TDAH costumam focar majoritariamente em crianças e adolescentes. Este é um dos transtornos mais prevalentes em crianças, e pode afetar habilidades sociais e cognitivas na escola (DELVIGNE et al., 2020). Enquanto isso, o período da adolescência é bastante sensível em relação à saúde mental (BOENDERMAKER et al., 2017).

O tratamento costuma envolver educação, uso de medicações e psicoterapia, sendo que a segunda alternativa pode se dar por meio do auxílio de softwares.

É importante que as plataformas de psicoterapia tenham algum elo de conexão com a vida real para aumentar o engajamento do usuário, principalmente quando se trata de crianças em idade escolar. Desta forma, as habilidades treinadas permitem maior integração na sociedade e o conseqüente alívio de sintomas do TDAH (CHEN et al., 2020).

### 2.2 Jogos sérios

Jogos são uma forma primária de socialização e aprendizado em muitas culturas e espécies de animais (ECK, 2006), tendo a capacidade de prover recursos que tornam a aprendizagem mais dinâmica e efetiva (CONNOLLY et al., 2012). Em relação à categoria "Jogos Sérios", o termo "Sério" é referente à proposta psicopedagógica do jogo, e não ao conteúdo em si (MICHAEL; CHEN, 2006). Eles possuem propósitos que vão além do entretenimento, sendo utilizados para uma gama de objetivos (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007), como, por exemplo, a redução de sintomas de transtornos neurológicos.

Por serem jogos com papel educativo, devem ser tratados como parte de um programa pedagógico, proporcionando aos usuários reflexões sobre a experiência do jogo e o entendimento de como ela auxilia no objetivo pedagógico. Por este motivo, é importante entregar ao usuário feedbacks contínuos sobre o quão próximo ele está de atingir o objetivo

(HAYS, 2005).

Devido às possibilidades de aplicações pedagógicas, sociais e pessoais, a qualidade dos SGs deve ser garantida pelos profissionais envolvidos em seu desenvolvimento. Apesar da recente atenção recebida por SGs nos últimos anos, ainda são necessárias mais pesquisas no campo de qualidade de software (VARGAS et al., 2014). Além disso, é possível observar que a fase de análise ainda é uma etapa carente na maioria dos projetos. Esta etapa está conectada à engenharia de requisitos, que conta com ações como elicitação e especificação de requisitos (KASURINEN; MAGLYAS; SMOLANDER, 2014). Essa pequena quantidade de pesquisas tem se mostrado um agravante das frequentes falhas em projetos de jogos (CALLELE; NEUFELD; SCHNEIDER, 2005), e os problemas acabam se concentrando no divertimento do usuário e nas heurísticas de interface, assim como nas emoções do usuário durante o jogo (AMPATZOGLOU; STAMELOS, 2010).

Para o desenho e a idealização de SGs, atributos do jogo devem ser levados em consideração para aumentar seu engajamento e efetividade, tais como: controlabilidade, progresso, desafios, dinamicidade, ambientação, ficção do jogo, imersão, interação entre jogadores, regras e objetivos (LANDERS, 2014). Além disso, atributos gerais do software também possuem impacto direto na experiência de uso (ABDELLATIF; MCCOLLUM; MCMULLAN, 2018) e conseqüentemente na efetividade dos SGs (REIGELUTH, 1983), como, por exemplo: *game design*, satisfação e motivação do usuário, performance, jogabilidade, aspectos pedagógicos, resultados de aprendizagem, engajamento, eficácia, impacto social, divertimento, aceitação e interface.

## 2.3 Qualidade de Software

A natureza do desenvolvimento de software é bastante complexa devido à quantidade de possíveis soluções para os cenários de desenvolvimento. Além disso, atualmente existem duas visões diferentes sobre o que é qualidade de software: (a) satisfação dos requisitos, que avalia se o software está de acordo com as especificações; e (b) atendimento às necessidades e satisfação, ou seja, que analisa se o software cumpre o propósito.

Segundo Boegh (2008), todo produto de software possui características de qualidade (BOEGH, 2008). Essas características podem ser identificadas ao analisar os atributos do software, que são propriedades mensuráveis. O tamanho de um software, por exemplo, pode ser medido pela quantidade de linhas de código. Deste modo, é possível quantificar a qualidade de um software a partir da medição de seus atributos inerentes. Para esse propósito, foram desenvolvidos modelos de qualidade e métricas.

Diversos modelos de qualidade de software foram desenvolvidos nos últimos 30 anos, o que culminou em muitas opções para analisar os atributos de qualidade de um software. Além disso, opiniões diferentes existem no que se diz a respeito às caracterís-



ticas ou fatores importantes e como eles devem aparecer nos modelos (BOEGH, 2008). A ISO/IEC 25010 - *Software Product Quality Requirements and Evaluation* (SQuaRE) surgiu como uma evolução da ISO 9126. A "segurança" e a "compatibilidade" foram adicionadas como características principais, e outros dois modelos também foram incluídos. O primeiro é o modelo de qualidade de uso, composto de cinco características, das quais algumas se subdividem. O segundo é o modelo de qualidade de produto, composto de oito características, em que algumas também se subdividem. As características definidas por essa ISO são relevantes para todos os produtos de software.

Os atributos de qualidade presentes na ISO/IEA 25010 são: Eficácia, Eficiência, Satisfação (Utilidade, Confiança e Prazer), Compatibilidade funcional (Completeness funcional, Correção funcional, Adequação funcional), Eficiência de desempenho (Comportamento do tempo), Usabilidade (Reconhecimento de adequação, Aprendibilidade, Proteção contra erros do usuário, Operabilidade, Estética da Interface do usuário) Confiabilidade (Tolerância a falhas) e Portabilidade (Adaptabilidade) (ISO/IEC 25010, 2011).

## 2.4 Engenharia de requisitos e qualidade de software em SGs

A Engenharia de Software é uma área de estudo da computação voltada para entender a complexidade dos sistemas de software. Um de seus campos de conhecimento é a Engenharia de Requisitos, que define o processo pelo qual os requisitos de um produto de software são coletados, analisados, documentados e gerenciados. Os requisitos costumam ser elucidados em linguagem natural para facilitar o entendimento, e guiam as atividades e necessidades do projeto (PRESSMAN; MAXIM, 2021). A utilidade de um sistema é definida por um conjunto de requisitos funcionais e não-funcionais do software. Eles definem características ou atributos de qualidade, tais como: usabilidade, desempenho e segurança.

Em função de fatores como a natureza "suave" dos requisitos não-funcionais, o desenvolvimento de sistemas tende a focar em técnicas e notações para descrição dos requisitos funcionais, e a maioria dos modelos não possui o tratamento adequado das características de qualidade (NUNES; LEAL, s.d.). Sendo assim, pesquisas e avanços científicos com o objetivo de tratar características de qualidade como parte total de um sistema foram realizados. Um exemplo disso é o *Non-Functional Requirements* (NFR) *Framework*, que trata os requisitos não-funcionais como metas a serem obtidas, decompondo e relacionando-os ao comportamento do sistema, e não às funcionalidades específicas (CHUNG et al., 2000a).

É notável que o desenvolvimento de jogos e o desenvolvimento de software são bem semelhantes. Ambos possuem escopo, prazo e qualidade atrelados a um projeto de desenvolvimento. Porém, devido à natureza de entretenimento dos jogos, os requisitos cos-

tumam ser pouco definidos e é comum o processo de desenvolvimento que geralmente não segue padrões rígidos. Dessa forma, os resultados costumam apresentar uma abordagem “artesanal” ou “artística” de processos (NUNES; LEAL, s.d.).

Os jogos são um tipo especial de multimídias que requerem participação ativa do usuário. O desenvolvimento geralmente é realizado por uma equipe multidisciplinar e possui requisitos não-funcionais, como "ser divertido para o usuário", que cria necessidades especiais no processo de engenharia de requisitos. "Diversão" e "Imersão" são exemplos de requisitos importantes para o engajamento do usuário que não são bem entendidos na engenharia de requisitos, causando problemas de comunicação entre os designers do jogo e os engenheiros de software (CALLELE; NEUFELD; SCHNEIDER, 2005).

O entretenimento é um fator apontado como importante para os SGs, pois torna mais atrativo o aprendizado e o viés pedagógico do jogo, uma vez que contribui com a motivação e o engajamento do usuário. Sendo assim, alguns requisitos devem ser priorizados durante a especificação, como diversão, história, continuidade, estética e imersão.

Porém, as técnicas estabelecidas para capturar e especificar requisitos não-funcionais relacionados à imersão e diversão não são bem exploradas. A validação de tais requisitos é complexa, pois além de sua natureza suave, é altamente dependente do mercado-alvo. Por exemplo, algo que é divertido para uma criança pode não ser divertido para um adulto. Além disso, a verificação de requisito via testes é particularmente difícil quando emoções são envolvidas nos requisitos (CALLELE; NEUFELD; SCHNEIDER, 2005).

É certo que os principais requisitos de um jogo devem ser os emocionais, isto é, os responsáveis por agregar diversas emoções, semelhante ao que acontece ao assistir um filme (LENT; SWARTOUT, 2007). Essa diferenciação ocorre porque quase todos os jogos compartilham a satisfação do usuário como requisito-chave comum. Levando em consideração o contexto de desenvolvimento de jogos, os elementos responsáveis por essa interação incluem: cenário, gráfico, som, velocidade de jogo, comunidade, solidez do personagem e controles. Eles podem ser aprimorados mediante requisitos não-funcionais, como, por exemplo, "o jogo deve receber comandos por meio de um controle multimodal" ou até mesmo "o jogo deve ter uma história fluida e interessante". Em pesquisa realizada através de um formulário, foi notado que a solidez do personagem, o cenário e o som são os fatores mais importantes para a diversão dos jogadores (PASCHALI et al., 2014).

Os impactos implícitos causados por processos motivacionais, como engajamento e divertimento na efetividade dos SGs, ainda necessita de maiores estudos (WOUTERS; SPEK; OOSTENDORP, 2009). É importante também que ocorra um maior entendimento sobre o papel de elementos relacionados à jogabilidade na efetividade. Grande parte das pesquisas preocupa-se com a desmonstração ou a confirmação da efetividade do SG, e poucas pesquisas são conduzidas a respeito das características de jogabilidade que colaboram para o resultado positivo (VARGAS et al., 2014). Um primeiro passo para que

esse objetivo seja alcançado é a correta elicitação e análise dos requisitos presentes em um jogo, porque influenciam no engajamento e no divertimento do usuário.

Foram propostos alguns *frameworks* de avaliação de SGs, em que a maioria aborda em níveis e pontos o engajamento do usuário (POURABDOLLAHIAN; TAISCH; KERGA, 2012). Para Garis et al. (2002), um jogo precisa ser desenhado de modo que os jogadores se sintam estimulados a repetir o processo do jogo (GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2002). Durante esses ciclos iterativos, jogadores são engajados para adquirir os conhecimentos e habilidades propostas. Freitas e Oliver (2006) separam os atributos de avaliação de um SG em quatro partes, onde uma delas trata da interatividade, isto é, o nível de imersão e fidelidade considerada na simulação proposta pelo jogo (FREITAS; OLIVER, 2006). Reigeluth (1983) afirma que até o jogo com o design perfeito não vai ser efetivo se o usuário não estiver motivado a aprender (REIGELUTH, 1983).

Malone e Leaper (2021) propuseram um *framework* de avaliação com quatro atributos: desafio, curiosidade, controle e fantasia. Os jogos são úteis e divertidos quando consideram o "fluxo", que é definido como uma experiência ideal quando uma pessoa adquire níveis de concentração e diversão (MALONE; LEPPER, 2021). Além dos *frameworks* de avaliação, estudos foram realizados para investigar fatores emocionais da engenharia de requisitos em busca de estabelecer padrões. "Divertimento" foi constatado não ser uma propriedade do software, e sim uma relação entre o software e os objetivos dos usuários naquele momento. A conclusão do estudo aponta que prover diversão é um requisito fundamental de uma classe importante de softwares que ainda não é suficientemente contemplado nas análises e métodos de elicitação (DRAPER, 1999).

Pesquisas anteriores constataram que os atributos de usabilidade, imersão e motivação raramente são capturados por métricas sólidas e bem definidas. Em vez disso, são utilizados métodos subjetivos, como pesquisas de satisfação com o usuário. Tal prática é derivada da ausência de técnicas estabelecidas para a análise de requisitos emocionais (BENTLEY; JOHNSTON; BAGGO, 2002).

Qualidades hedônicas, isto é, qualidades que, relacionadas ou definidas pelo prazer, são as principais responsáveis pelo "prazer de uso" (tradução literal de "*joy of use*"), e possui relações complexas com usabilidade e utilidade. Porém, os métodos de engenharia de usabilidade não são adequados para analisar e avaliar qualidades hedônicas (HASSENZAHN; BEU; BURMESTER, 2001). O autor sugere um método de entrevista hierárquico para a avaliação de qualidades (Shira), com o propósito de relacionar atributos de usabilidade, como "controlável", com atributos hedônicos, como "inovador". Esse método visa coletar, de maneira sistemática, dados e percepções detalhadas sobre as expectativas dos indivíduos sobre o software.

Portanto, apesar da classificação usual dos requisitos em funcionais ou não-funcionais, é fundamental realizar a relação e a análise correta dos atributos de qualidade de um soft-

ware, para melhorar o engajamento e o prazer de uso do usuário. Apesar de a maioria dos modelos de avaliação de requisitos não levar em conta tais características, o *NFR Framework* é um método de Engenharia de Requisitos orientado a objetivos, que trata a não-funcionalidade em um alto nível de abstração, tanto para o problema quanto para a solução (CHUNG et al., 2000a).

O *NFR Framework* desacopla a funcionalidade dos atributos de qualidade, aumentando o nível de abstração. A distinção entre os requisitos não-funcionais é feita por meio do conceito de *softgoal*, que são objetivos a serem alcançados, não completamente, mas de uma maneira satisfatória. Sua definição é iterativa, isto é, um *softgoal* se relaciona com outros *softgoals*, definindo-se através de decomposições, operacionalizações e argumentações. Para manter a rastreabilidade dos *softgoals* e seus relacionamentos, é utilizado o Grafo de Interdependência de *Softgoals* (SIG) (CHUNG et al., 2000a).

## 2.5 Questões de pesquisa

Nessa seção serão discutidos os resultados obtidos no MSL feito pelos autores. A discussão ocorrerá no formato de síntese narrativa, abordando as questões de pesquisa secundárias levantadas no protocolo inicial. A questão de pesquisa número 05 do protocolo não foi abordada, uma vez que ela é resultante da revisão de pós-execução realizada no protocolo e os dados extraídos não permitiam a obtenção de dados concretos.

### 2.5.1 Quais atributos de qualidade se mostram essenciais nos SGs desenvolvidos para crianças e adolescentes com TDAH?

A operabilidade é uma característica que chamou a atenção dos autores, pois recebe bastante destaque em SGs voltados para crianças com TDAH, uma vez que é o atributo de qualidade mais abordado nos estudos. Sua presença, apesar de influenciar o engajamento positivamente na maioria das vezes nos estudos analisados, também influenciou negativamente em alguns casos (MACHADO et al., 2019) (SONNE; JENSEN, 2016). Foram relatados cenários onde uma operabilidade diferenciada pode melhorar a motivação do usuário e incentivar seu retorno para realização do tratamento, ou tornar a experiência frustrante caso o usuário tenha dificuldades de entender seu funcionamento (AVILA-PESANTEZ et al., 2020).

Também foi percebida uma forte interdependência entre as características de qualidade comumente presente nos SGs, que são: apreensibilidade, usabilidade e prazer (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014). Os atributos "Compatibilidade funcional", "Correção funcional", "Eficiência de desempenho", "Confiabilidade", "Utilidade" e "Tolerância a falhas" foram abordados em um ou nenhum dos estudos mapeados.

Dentre as características mais abordadas, a operabilidade é tida como o elemento diferencial da maioria dos jogos, com a intenção de promover o engajamento e a motivação do usuário (BARTOLOMÉ; ZORRILLA; ZAPIRAIN, 2010). Além disso, o prazer e a satisfação mostraram-se atributos bastante considerados, muitas das vezes com o objetivo de reduzir a frustração dos usuários (MACHADO et al., 2019). É possível perceber também quais foram as principais ações mapeadas com a intenção de cumprir com atributos de qualidades: adaptação das mecânicas de jogo para evitar o sentimento de derrota; guiar o usuário e dar *feedbacks* constantes sobre suas ações e resultados, incluindo recompensas e uso de elementos multimídia para capturar a atenção do usuário (KESHAV et al., 2019). Observa-se ainda uma tendência maior à aceitação e ao divertimento do usuário em jogos que possuem contexto ou história (CREPALDI et al., 2020a).

A usabilidade e a estética da interface do usuário também são aspectos abordados frequentemente pelos autores ao desenvolver jogos para esse público-alvo, uma vez que o transtorno está relacionado majoritariamente a problemas de atenção (GARCÍA-REDONDO et al., 2019). Tais problemas são potencializados por essas características de qualidade associadas a usabilidade e estética, e a abordagem geralmente utilizada é a neutralidade dos elementos menos importantes e destaque nos elementos chave do jogo. Cuidados são tomados no tamanho, movimento e cores dos elementos da interface, assim como *feedbacks* das ações do usuário, a fim de direcioná-lo ao próximo elemento importante (GALEOS; KARPOUZIS; TSATIRIS, 2020).

A sumarização dos resultados obtidos do MSL para essa questão encontra-se na tabela 1, em que é apresentada a relação entre atributos de qualidade da ISO 25010 (ISO/IEC 25010, 2011), assim como as vezes em que são citados nos artigos. A representação gráfica pode ser conferida na Figura 1.

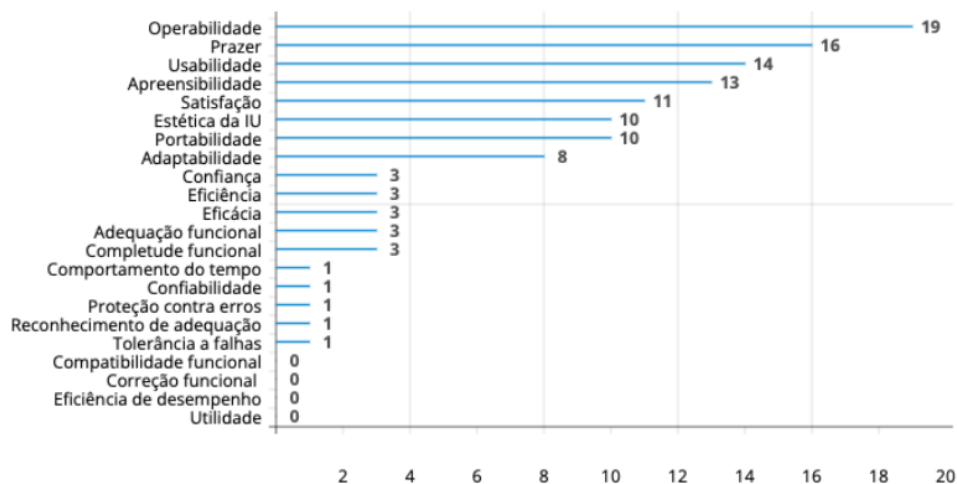


Figura 1 – Relação dos atributos de qualidade citados nos artigos (Fonte: Autoria própria)

Tabela 1 – Atributos de qualidade presentes nos artigos

<b>ID</b>	<b>Atributo de qualidade</b>	<b>ID do estudo</b>	<b>Total</b>
AT0	Operabilidade	E01, E02, E03, E04, E05, E08, E09, E11, E12, E13, E14, E16, E17, E19, E20, E24, E49, E50, E51	19
AT1	Prazer	E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E09, E13, E16, E18, E19, E20, E24, E30, E48	16
AT2	Usabilidade	E01, E07, E10, E20, E21, E23, E26, E34, E35, E37, E39, E41, E42, E48	14
AT3	Apreensibilidade	E01, E02, E03, E04, E05, E09, E10, E11, E15, E16, E17, E20, E45	13
AT4	Satisfação	E01, E02, E04, E12, E13, E16, E22, E31, E44, E46, E49	11
AT5	Estética da Interface do usuário	E01, E10, E20, E21, E23, E26, E29, E45, E48, E49	10
AT6	Portabilidade	E06, E10, E12, E16, E25, E32, E40, E41, E49, E51	10
AT7	Adaptabilidade	E01, E05, E11, E16, E20, E30, E34, E41	8
AT8	Confiança	E6,E7, E10	3
AT9	Eficácia	E28, E30, E37	3
AT10	Eficiência	E03, E09, E16	3
AT11	Adequação funcional	E03, E10, E41	3
AT12	Completude funcional	E03, E16, E22	3
AT13	Tolerância a falhas	E07	1
AT14	Comportamento do tempo	E16	1
AT15	Confiabilidade	E51	1
AT16	Proteção contra erros do usuário	E07	1
AT17	Reconhecimento de adequação	E10	1
AT18	Correção funcional	N/A	0
AT19	Compatibilidade funcional	N/A	0
AT20	Eficiência de desempenho	N/A	0
AT21	Utilidade	N/A	0

### 2.5.2 São percebidos os impactos desses atributos de qualidade na efetividade do tratamento alternativo para TDAH?

Observa-se que uma parte dos estudos propostos são soluções que requerem diversas seções para surtir efeito. Alguns indicam que o uso contínuo da solução pode refletir impactos positivos nos resultados (RODRÍGUEZ-PÉREZ et al., 2020) (SONNE; JENSEN, 2016) (GIANNARAKI et al., 2019). Como consequência disso, os atributos operabilidade e usabilidade possuem impacto, pois se mostraram bastante efetivos para o engajamento e a motivação do usuário. A operabilidade se dá por meio de diversas formas nos estudos, e dentre as abordagens utilizadas destacam-se: utilização de *touch screen* para obter uma entrada de dados mais direta, natural e imediata; aplicação de *neurofeedback*, eletroencefalograma ou outros sensores; uso de hardware customizado para retratar o personagem do jogo; e emprego de hardware customizado, que busca retratar um elemento do jogo. A lista completa de artigos que abordam operabilidade pode se consultada no Atributo 1 (AT1) da tabela 12.

Uma vez que os SGs costumam ser utilizados como tratamento alternativo para pessoas com TDAH, era esperado um destaque maior nos atributos de "Prazer" e "Satisfação". Contudo, foi encontrada a efetividade de alguns requisitos não-funcionais em particular: a história e o cenário foram abordadas em diversas avaliações como elementos divertidos e motivadores (CREPALDI et al., 2017) (CREPALDI et al., 2020a) (ROH; LEE, 2014a). Além deles, mostraram-se como requisitos efetivos na manutenção do interesse dos jogadores: feedbacks (WROŃSKA; GARCIA-ZAPIRAIN; MENDEZ-ZORRILLA, 2015) (CREPALDI et al., 2020a) (BUL et al., 2015) (HOCINE; AMEUR; ZIANI, 2019); recompensas (SONNE; JENSEN, 2016) (ROH; LEE, 2014a); dificuldade gradativa (MACHADO et al., 2019); e modo multi-jogador (BUL et al., 2015).

Jogos que possuem algum tipo de realidade aumentada ou similaridade com ambientes já frequentados por crianças têm um impacto positivo no engajamento (AVILA-PESANTEZ et al., 2018). Elementos mal pensados causaram efeito inverso ao esperado em alguns estudos, resultando em avaliações negativas de usuários. Alguns exemplos de tais elementos são: história pouco atrativa ou muito demorada; desconexão entre tema e atividade proposta; e elementos que chamam muita atenção, a ponto de distrair o usuário da atividade principal (CALLEROS; GARCÍA; RANGEL, 2019).

Dos impactos negativos percebidos pelos autores, a usabilidade e a operabilidade recebem destaque. A falta de testes de usabilidade em alguns estudos mostraram-se muito impactantes, prejudicando a experiência e causando descontentamento por parte dos usuários (CALLEROS; GARCÍA; RANGEL, 2019), (VASCONCELOS et al., 2020). Além disso, técnicas de biofeedback devem ser utilizadas com cautela, devido à natureza sensível e inconstante dos dados de entrada. A apreensibilidade também se mostrou impactante

entre os usuários com TDAH quando não tratada corretamente. Apesar dessa característica ser percebida com menos frequência, é capaz de causar confusão, desmotivação ou desistência de usuários, conforme apurado em mais de um estudo (SONNE; JENSEN, 2016) (MACHADO et al., 2019). A repetição de tarefas, comumente necessária para esse tipo de aplicação, deve ser tratada com cautela, uma vez que é bastante percebida pelos usuários nas avaliações dos jogos, que costumam reclamar da falta de dinamicidade (OU et al., 2020) (BUL et al., 2015). Tanto o descuido com a apreensibilidade quanto a repetição de tarefas são fatores negativos nas avaliações, devido a impulsividade e hiperatividade associadas ao transtorno.

### 2.5.3 Quais meios estão sendo usados para medir a satisfação e engajamento do usuário final nos jogos sérios?

Dos estudos analisados, 20 (ou seja, 42% do total de artigos) abordaram a usabilidade ou algum outro atributo de qualidade do software. A maioria dos estudos mapeados focam na efetividade dos SGs, sem levar em consideração as características responsáveis pelo divertimento ou engajamento do usuário. Essas ações são fundamentais, principalmente por se tratar de um artefato utilizado com o propósito de motivar e engajar os usuários no tratamento.

Dos estudos que realizam a avaliação de qualidade do software, poucos abordam o prazer ou a diversão do usuário, tendo a maioria abordado o assunto brevemente e desconsiderado as particularidades do TDAH na avaliação. Nos estudos que avaliam o engajamento do usuário, é notável uma baixa taxa de aceitação, uma vez que apenas entre 50% e 70% das repostas tiveram o jogo como "Divertido" e "Motivador" (BUL et al., 2015) (ROH; LEE, 2014b). Isso colabora com a visão retratada no referencial teórico, que reforça a importância dos fatores motivadores nos SGs.

Uma diferença perceptível entre a avaliação de crianças e de adolescentes foi percebida nos estudos, indicando a dificuldade de implementar um jogo que possua uma faixa etária mais extensa (CALLEROS; GARCÍA; RANGEL, 2020) (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014).

## 2.6 Trabalhos relacionados

Um estudo realizado por Thomas Connolly et al. (2012) visa recolher evidências empíricas de impactos positivos de SGs relacionados à aprendizagem e ao engajamento. Do artigos apreciados, os resultados obtidos mais comuns são: obtenção de novos conhecimentos e resultados na afeição ou motivação. Apesar de embasar a efetividade dos SGs, o estudo não analisa os meios obtidos para alcançar os resultados (CONNOLLY et al., 2012). Além disso, foi realizado um mapeamento sistemático com foco em avaliar a qua-



lidade de SGs, tendo como objetivo mapear os atributos de qualidade considerados no desenvolvimento de SGs. Como resultado do estudo, observa-se que satisfação do usuário é um dos atributos mais considerados nas avaliações de SGs. Os autores acreditam que seria interessante investigar quais aspectos de jogabilidade influenciam na efetividade do SG (VARGAS et al., 2014).

Os diferentes métodos e procedimentos de avaliação utilizados em SGs foram levantados em uma revisão sistemática de literatura. A pesquisa considera quais características de qualidade os autores levaram em conta na avaliação de SGs, e 18 resultados ao todo foram encontrados (CALDERÓN; RUIZ, 2015). Tais atributos de qualidade foram utilizados em uma pesquisa de opinião para a definição de um método de avaliação de qualidade, que definiu usabilidade, apreensibilidade, motivação, engajamento e experiência do usuário como os fatores mais importantes de avaliação (ABDELLATIF; MCCOLLUM; MCMULLAN, 2018).

Há também a revisão sistemática de literatura, que busca entender como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão sendo aplicadas para apoio a diagnóstico e tratamento de TDAH. A pesquisa não realiza levantamentos acerca dos motivos por trás da efetividade ou do uso de ferramentas, porém apresenta a convergência de evidências coletadas em diferentes pesquisas. Foram comprovados os efeitos positivos do uso prolongado de técnicas de neurofeedback, ressaltando a importância da motivação de uso (ALVES et al., 2022).

Yuanyuan Zheng et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática de SGs voltados para pessoas com desordem de atenção. Em sua pesquisa, segmentaram e analisaram os resultados e a metodologia dos SGs. No entanto, deixaram de relacionar a efetividade com os critérios de qualidade ou requisitos dos jogos (ZHENG et al., 2021).

Kimberley D. Lakes et al. (2022) realizaram mapeamento com o objetivo de coletar dados das evidências atuais para intervenções TIC para crianças e adolescentes com TDAH (LAKES et al., 2022). O artigo analisou ao todo 51 estudos que abordavam diversos aspectos por meio de SGs, *e-learning*, aplicações WEB, mHealth, telessaúde e realidade virtual ou realidade aumentada. O estudo destaca a necessidade de transacionar para um *design* de produto mais robusto e baseado em evidências.

Uma revisão foi realizada em outros estudos, a fim de mapear aplicativos para dispositivos móveis no contexto do público com TDAH. O objetivo era avaliar a efetividade das tecnologias. Jiang et al. (2022) destacam que geralmente ocorre uma melhora na performance das crianças que jogam os jogos sérios, mas as evidências da efetividade dessa modalidade continuam escassas e confusas, pois na maioria dos casos há a falta de evidências. Os autores reforçam a necessidade de testes clínicos robustos e colaboração entre *stakeholders*, utilizando um conjunto compreensível de métricas para analisar os resultados desses estudos (JIANG et al., 2022).

Inmaculada Peñuelas-Calvo (2020) realizou uma revisão sistemática acerca de jogos para o auxílio e tratamento de sintomas de TDAH, constatando a efetividade das aplicações para diminuir sintomas, realizar o diagnóstico e diferenciar os subtipos do transtorno na maioria dos estudos. O treino cognitivo está por trás da efetividade da maioria dos jogos analisados, e o engajamento e o interesse do usuário recebem destaque como as principais vantagens da intervenção. O estudo também reforça a necessidade de colaboração entre desenvolvedores e profissionais da saúde (PENUELAS-CALVO et al., 2020).

Uma consulta pública foi realizada com a intenção de analisar as categorias de requisitos não-funcionais mais importantes para a satisfação do usuário. Tais requisitos devem ser utilizados para incrementar as funcionalidades do jogo com elementos que visam melhorar a satisfação do usuário, e conseqüentemente melhorar também o aproveitamento (PASCHALI et al., 2014). Esse trabalho foi utilizado em uma pesquisa como modelo de qualidade para a modelagem do NFR *Framework* de um jogo *Role Playing Game* (RPG) (NUNES; LEAL, s.d.).

O estudo proposto por este trabalho diferencia-se das publicações citadas acima, uma vez que busca analisar pesquisas já existentes, além de identificar quais são os requisitos não-funcionais responsáveis por melhorar o engajamento e aproveitamento de crianças com TDAH, assim como as características de qualidade relacionadas a eles. Além disso, este trabalho propõe a montagem, a partir disso, de um *framework* NFR para servir de base no desenvolvimento de SGs para o público com TDAH. Para exemplificar o uso do NRF e testar sua capacidade de avaliar os atributos críticos em uma situação real, o NFR será aplicado em um jogo e os resultados serão explorados mais adiante.

## 3 Metodologia

A metodologia de pesquisa utilizada nesse trabalho é a revisão de literatura, em conjunto com o desenvolvimento de um NFR e a aplicação dele em um jogo para treino cerebral.

A revisão de literatura objetiva reconhecer o estado da arte existente no eixo temático de jogos sérios para crianças e adolescentes com TDAH. Trata-se de colaborar na análise interpretativa e compor as abstrações e os objetivos da pesquisa, contribuindo também para a coerência das argumentações. Ao final da revisão de literatura, dois produtos foram obtidos: o conjunto de requisitos não-funcionais e as características de qualidade de software relacionadas.

Os produtos encontrados colaboraram na elaboração de um artefato de software, chamado NFR, que auxilia o desenho de jogos sérios para o público-alvo.

Como forma de demonstrar a aplicabilidade do NFR, ele foi utilizado na validação de um jogo para ampliar habilidades cognitivas, chamado *Braingymer*.

### 3.1 Classificação da metodologia de pesquisa

Quanto à abordagem, este estudo trata-se de pesquisa qualitativa. O caráter qualitativo ocorre devido à busca por requisitos não-funcionais em literaturas sobre desenvolvimentos de jogos sérios, assim como por informações acerca dos atributos de qualidade de software. (OLIVEIRA, 2003)

A natureza é de pesquisa aplicada, uma vez que há a condução de um MSL, que por meio de outros estudos almeja selecionar e processar dados e fatos. Além disso, a elaboração do NFR *Framework* torna tangível a sumarização dos dados encontrados no MSL, e gera conhecimento à comunidade de desenvolvedores de software, profissionais da saúde e demais áreas interessadas.

O objetivo do trabalho é realizar uma pesquisa descritiva. Esta categoria conta com um planejamento, que conduz de maneira rigorosa os métodos e as técnicas para coleta e análise de dados. A intenção é realizar uma análise aprofundada dos problemas de pesquisa (OLIVEIRA, 2003). Neste contexto, a busca por requisitos não-funcionais críticos utilizados no desenvolvimento de SGs e a investigação por atributos de qualidade de software que sustentem o uso desses requisitos no alívio de sintomas de TDAH são análises profundas que sucederam a coleta e a análise de dados do MSL.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que contempla etapas de compilação e fichamento dos dados obtidos através do MSL.

## 3.2 Plano metodológico adotado

### 3.2.1 Planejamento da pesquisa

O estudo será composto de quatro atividades principais: (a) pesquisa bibliográfica, para a obtenção do referencial teórico; (b) pesquisa documental indireta, a fim de identificar os requisitos não-funcionais; (c) elaboração de um NFR Framework, com o objetivo de sumarizar as informações obtidas em um artefato de software; e (d) aplicação do NFR em um jogo já existente no mercado.

### 3.2.2 Coleta de dados

#### 3.2.2.1 Procedimento de pesquisa

Este trabalho contém a técnica de pesquisa documental indireta, que apresenta conceitos importantes de serem articulados, o que se faz na sequência.

Segundo Macedo (1995), o conceito restrito de uma pesquisa bibliográfica é pautado na busca e seleção de publicações que sustentem e respondam as perguntas de pesquisa, além do fichamento de dados que pode ser utilizado posteriormente (MACEDO, 1995). Contudo, existem técnicas que especificam pesquisas bibliográficas e seu caráter de uso, além do MSL. Elas trazem a este trabalho a categorização de pesquisa documental indireta.

#### 3.2.2.2 Técnica de coleta de dados

Esta etapa consiste na aplicação das técnicas de pesquisa selecionadas para que a coleta de dados possa ser obtida (CIENTÍFICA, 2008). No contexto deste estudo, a técnica utilizada foi a Pesquisa Bibliográfica (Pesquisa Documental Indireta). Antes da análise e interpretação de dados, devem vir em primeiro lugar as etapas de seleção e tabulação, que foram definidas conforme o Protocolo de Condução do MSL, e estão documentadas no Apêndice A. Além disso, a tabulação ocorreu na ferramenta *Parsifal*, que é própria para pesquisadores realizarem revisões e MSL.

Para avaliar o NFR houve o uso do jogo *BrainGymmer*. A partir dos desafios propostos pela plataforma, os pesquisadores preencheram os campos do NFR que foram atendidos e realizaram as propagações e operacionalizações utilizadas no *Framework*. Isso permitiu registrar resultados e coletar evidências sobre o uso do NFR para auxiliar desenvolvedores a cumprir os atributos críticos dos jogos sérios para pessoas com TDAH.

### 3.2.3 Análise e interpretação dos dados

Segundo Pressman e Maxim (2021), é possível correlacionar dados, gráficos e tabelas para obter interpretações e conclusões acerca da pesquisa desenvolvida (PRESSMAN; MAXIM, 2021).

A interpretação de dados é importante para esta etapa, pois se correlaciona com a síntese narrativa, que é responsável por construir uma história a partir das evidências encontradas. Tratando-se do MSL, as questões de pesquisa são responsáveis por auxiliar na análise e interpretação dos dados extraídos. É recomendável que seja composta por 4 etapas: (a) desenvolvimento da teoria; (b) desenvolvimento da síntese preliminar; (c) exploração de relacionamentos entre estudos; e (d) avaliação da robustez do produto da síntese.

Neste trabalho, o desenvolvimento da teoria foi levantado na definição do tema e do problema de pesquisa, em que se busca requisitos não-funcionais essenciais no desenvolvimento de jogos para pessoas com TDAH. A segunda etapa, de desenvolvimento de uma síntese preliminar, é conduzida no fichamento e na tabulação do Mapeamento Sistemático. Os Resultados Preliminares, na seção B, apresentam uma perspectiva de relação entre os estudos avaliados, assim como a proposta de realização do *NFR Framework* e a aplicação dele em um jogo real, que trarão robustez e validação para a pesquisa.

### 3.2.4 Redação dos resultados

Os produtos gerados por este trabalho foram:

- Referencial Teórico: desde os artigos que sustentaram a escolha do tema, até os que deram suporte na metodologia e compuseram o MSL, cerca de 130 publicações foram estudadas;
- Relatório do MSL: o Apêndice B apresenta o resultado da extração de dados das 51 bibliografias que compõem o MSL;
- *NFR Framework*: a extração de dados do MSL permitiu a diagramação deste artefato; A partir da similaridade de dados extraídos com os softgoals propostos pelo framework, foi identificada no mapeamento a oportunidade de utilizar os dados para diagramação de um *NFR Framework*.
- Registro da avaliação do artefato: Exemplificação do uso do *NFR Framework* para validar sua aplicabilidade. O resultado dessa avaliação encontra-se no capítulo 4.



## 4 *Non-Functional Requirements Framework* para SGs

O *NFR Framework* é uma modelagem orientada a metas, sua composição contempla requisitos não-funcionais, representados por metas flexíveis conhecidas como *softgoals*. Uma vez que os requisitos não-funcionais possuem um caráter mais relativo e subjetivo, quando comparados aos requisitos funcionais, eles recebem a denominação de metas flexíveis.

A representação de um *NFR Framework* ocorre através de uma estrutura hierárquica de árvore, representada por gráficos da modelagem *Softgoal Interdependency Graph* (SIG). Dessa forma, os nós ganham uma relação de parentalidade entre si, e se organizam da seguinte maneira: os requisitos ou atributos de qualidade mais gerais são os nós "pais" dos mais específicos, que por sua vez são os nós "filhos". A leitura de um NFR é feita *bottom-up*, ou seja, de baixo para cima.

Este *framework* conta também com operacionalizações, que são ações a serem implementadas para que o *softgoal* seja considerado satisfeito. As operacionalizações podem estabelecer relações implícitas ou explícitas com os *softgoals*, assim como afetá-los positiva ou negativamente. Outra notação do NFR é o texto *claim*, que pode ser acrescentado ao modelo e à escrita em linguagem natural, a fim de descrever alguma informação de contexto. Há também a priorização, que nada mais é do que a duplicação de outro *softgoal* já existente no gráfico SIG, possuindo uma prioridade associada. (CHUNG et al., 2000b)

Os elementos do gráfico SIG são interligados por decomposições e relações implícitas, conforme os itens abaixo:

- Decomposição E: o *softgoal* é satisfeito se todos os seus antecessores forem satisfeitos;
- Decomposição OU: o *softgoal* é satisfeito se qualquer um de seus antecessores forem satisfeitos;
- Decomposição simples (++, -, +, -): a satisfação do *softgoal* é afetada, parcial ou totalmente, pela influência de seus antecessores;
- Relações implícitas: indicam interdependência entre *softgoals*.

A Figura 2 contempla a ilustração e a descrição de cada um dos membros do gráfico SIG.

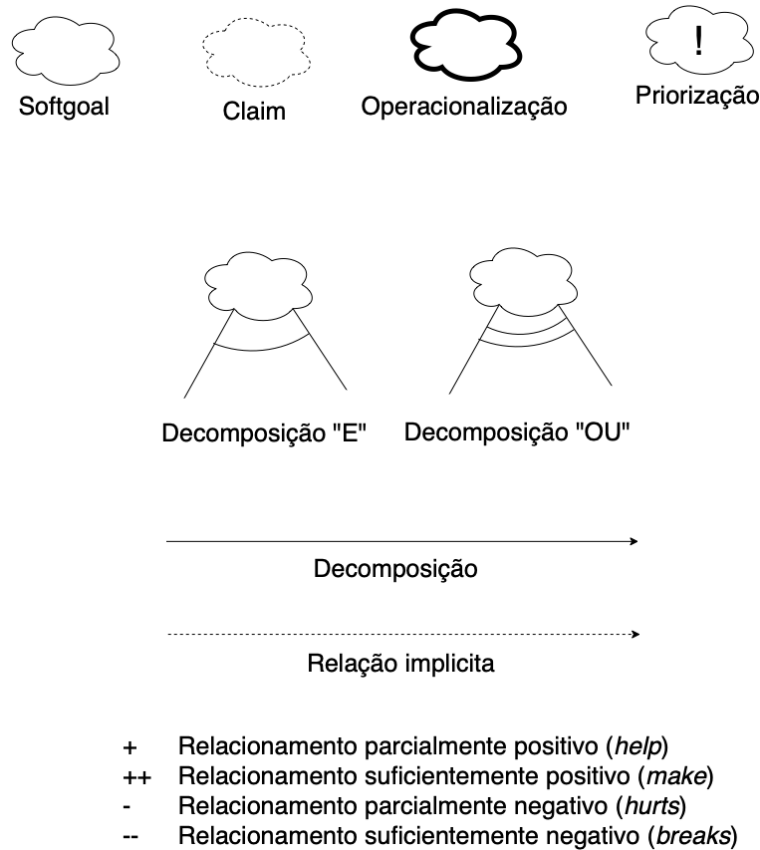


Figura 2 – Elementos do gráfico SIG (NFR Framework) (Fonte: Adaptado de CHUNG, L. et al. The nfr framework in action.)

## 4.1 NFR Framework de jogos sérios para pessoas com TDAH

O NFR ilustra os resultados obtidos no MSL por meio de um artefato já existente na Engenharia de Software. Sendo assim, os *softgoals* foram definidos a partir do resultado de duas questões de extração de dados do Mapeamento Sistemático de Literatura, sintetizadas abaixo:

- **Requisitos não-funcionais foram observados? Se sim, quais?** Sim, dentre eles: multiplataforma, design incremental, *input* natural e interações com outros jogadores.
- **Atributos de qualidade do software presentes na ISO 25010 foram abordados? Se sim, quais?** Sim, dentre eles: portabilidade, apreensibilidade, satisfação, engajamento, operabilidade, estética de *User Interface* (UI), e experiência de usuário.

Já as operacionalizações foram derivadas de outras questões de extração de dados do MSL, e encontram-se abaixo sintetizadas, com suas respectivas respostas:



- **Existem requisitos específicos para o público com TDAH? Se sim, quais?** Sim, dentre eles: prover feedback ao usuário, interface de fácil compreensão, confiança, visibilidade do status do sistema, interações multi-stimuli, percepção cognitiva, elementos do jogo, conteúdo irrelevante e mecânicas anti-frustração.
- **Foram feitas observações sobre a experiência de uso ou a satisfação do usuário? Se sim, quais?** Sim. A experiência de uso está diretamente ligada a atributos de qualidade, como a portabilidade, que pode ser exemplificada por meio de um jogo multiplataforma, que tenha aplicativo WEB e *mobile*. A satisfação se relaciona com confiança, engajamento e lazer. Eles podem ser obtidos através de mecânicas anti-frustração, tais como evitar a competição com os demais jogadores, minimizar perdas de progresso no jogo, evitar sistemas de penalidade e premiar por acertos, para que o usuário não se frustre e sinta menos vontade de continuar a intervenção. O engajamento pode ser estimulado mediante ganho de dinheiro e itens virtuais, como cenário, história, personagem e interações com outros jogadores.
- **O estudo apresenta algum fator que influencia na efetividade do tratamento? Se sim, qual?** Sim, e entre os fatores mais citados para a manutenção do interesse do jogador estão: progresso, desafios e dinamicidade, ambientação, ficção do jogo, imersão, interação entre jogadores e objetivos.

#### 4.1.1 Resultados

Na Figura 3 encontra-se o gráfico SIG resultante. Os atributos de qualidade da ISO 25010 apresentados na seção 2.5.1 foram utilizados como o primeiro nível da árvore, e podem ser conferidos em uma versão simplificada do gráfico SIG, disponível na Figura 4. A decomposição dos *softgoals* do gráfico SIG resumido é representada em gráficos mais específicos, que estão detalhados nas Figuras ?? (Portabilidade), 6 (Apreensibilidade), 7 (Satisfação), 8 (Usabilidade) e 9 (Operabilidade). Na Figura 10, é possível conferir uma versão resumida das dependências implícitas entre os *softgoals*.

A Figura 3 ilustra a visão completa do *NFR Framework*, com todas as operacionalizações, *softgoals* e atributos de qualidade.

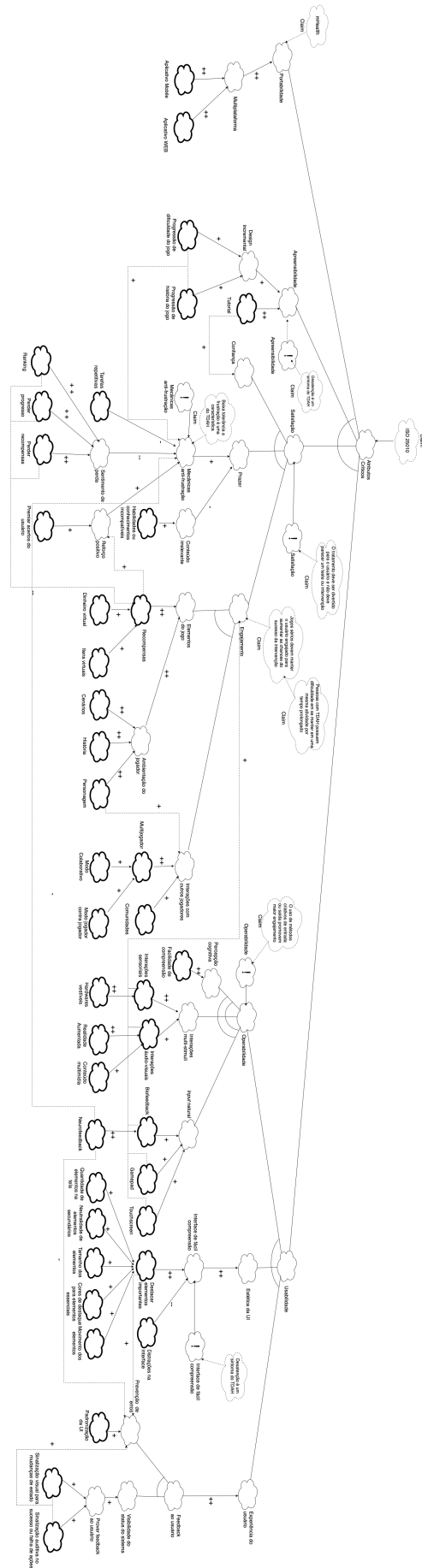


Figura 3 – NFR Framework - Completo (Fonte: Autoria própria)

Na Figura 4, é possível observar os atributos de qualidade envolvidos no *framework*. Tais atributos foram decididos com base na frequência que apareceram no MSL, conforme exibido na tabela 1. As *Claims* presentes foram derivadas de observações realizadas na revisão de literatura e no MSL.

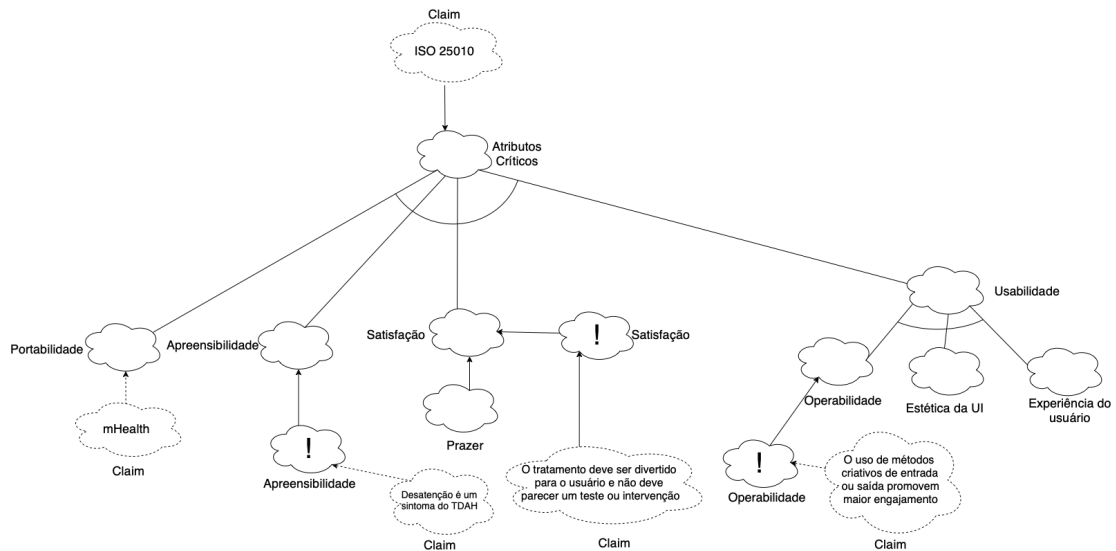


Figura 4 – NFR Framework dos requisitos críticos - Resumo (Fonte: Autoria própria)

Atributo que compreende o grau de eficácia e eficiência que um determinado produto pode alcançar ao ser transferido de plataforma. A Figura 5 apresenta os elementos de operacionalizações que permitem o uso do sistema em diferentes aparelhos.

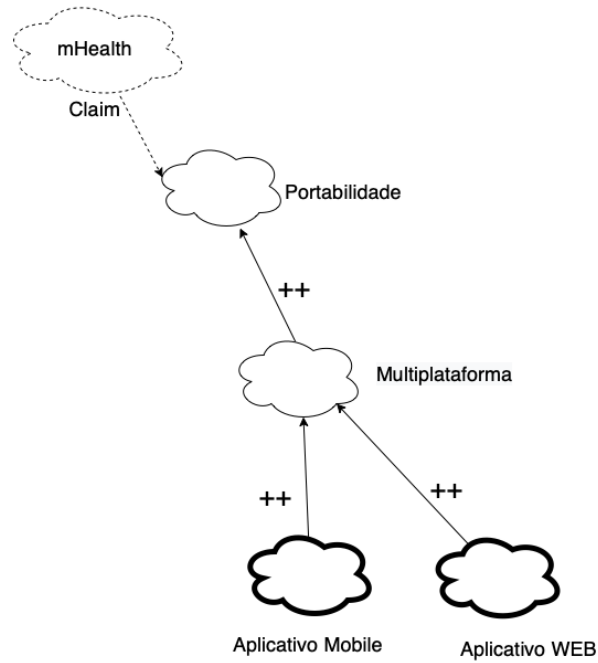


Figura 5 – *NFR Framework* - Portabilidade (Fonte: Autoria própria)

Atributo de software que descreve o grau de eficácia e eficiência que um produto de software é utilizado sem conhecimento prévio. O detalhamento encontra-se na Figura 6, em que, para sua elaboração, foram considerados elementos do mapeamento que indicavam tornar a curva de apresentação e aprendizagem do jogo mais suave para o usuário.

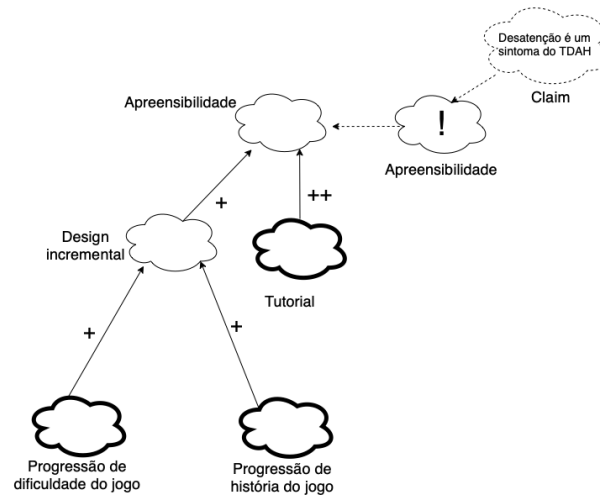


Figura 6 – NFR Framework - Apreensibilidade (Fonte: Autoria própria)

A satisfação, presente na Figura 7, descreve o grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos a fim de atingir metas em um contexto definido de uso. Para os jogos sérios, os elementos percebidos compõem outros quatro *softgoals*: (a) confiança do jogador no uso do *software*; (b) prazer associado ao jogo; (c) engajamento obtido ao jogar; e (d) interação com outros jogadores.

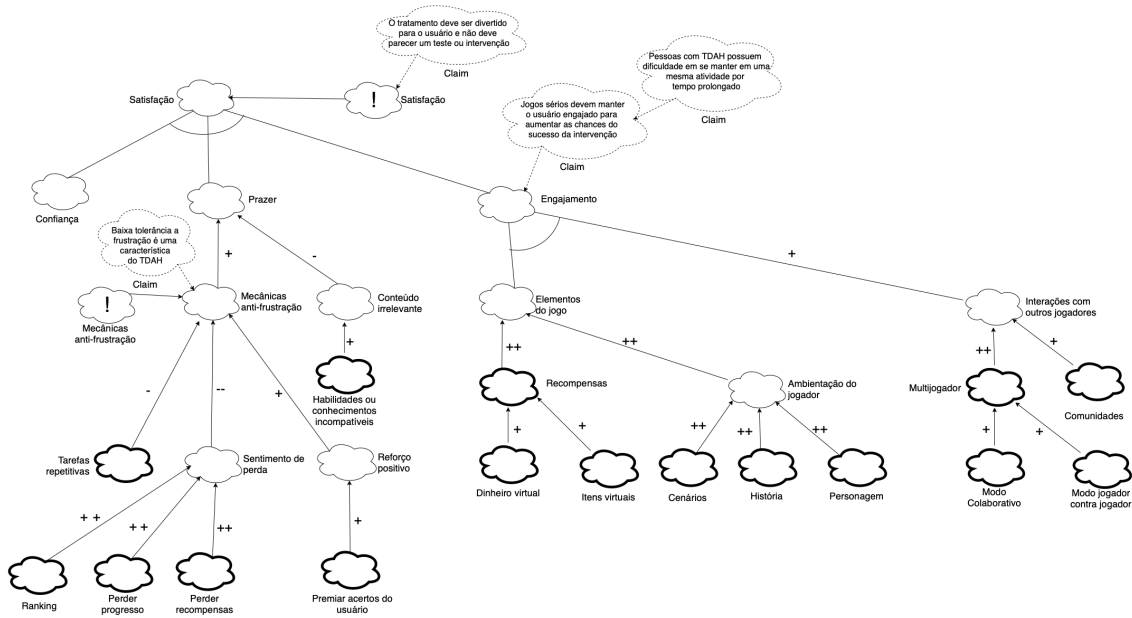


Figura 7 – NFR Framework - Satisfação (Fonte: Autoria própria)

Grau com que um sistema consegue ser utilizado com eficácia, eficiência e satisfação pelo usuário, a fim de cumprir certo objetivo. A seção presente na imagem 8 é dividida em três *softgoals* filhos: (a) estética da UI; (b) experiência de uso; e (c) operabilidade. Esta última encontra-se em recorte separado, por questões de legibilidade, e pode ser observada na Figura 9.

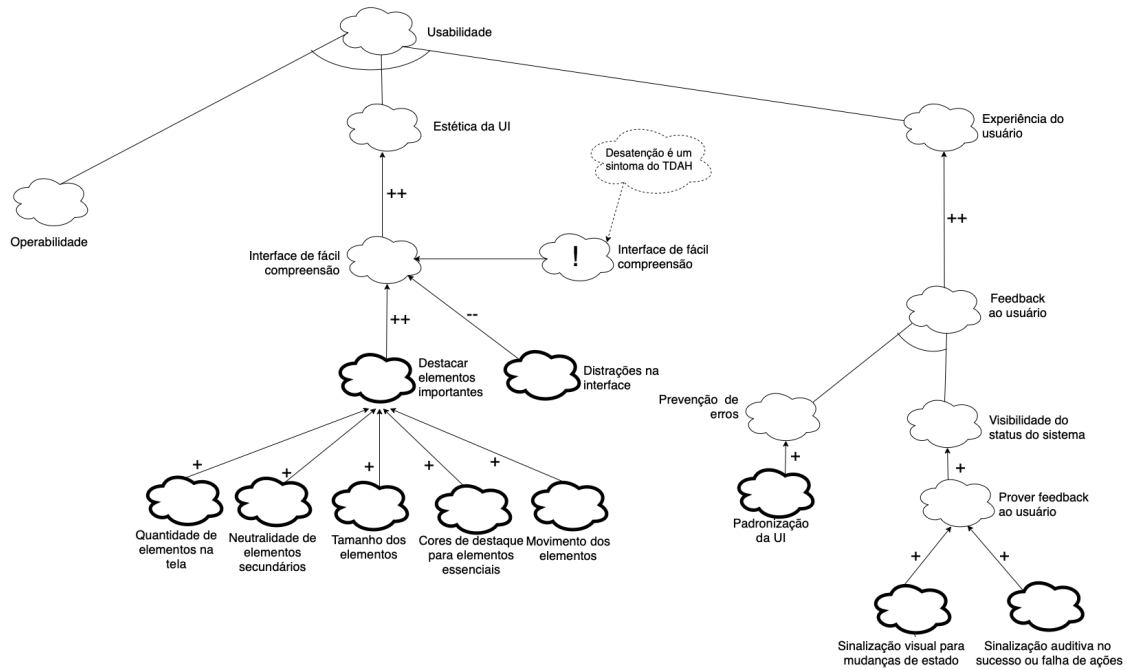


Figura 8 – NFR Framework - Usabilidade (Fonte: Autoria própria)

Demonstrada na Figura 9, a operabilidade descreve a capacidade do software de permitir ao usuário operá-lo e controlá-lo. Esse foi o requisito mais observado durante o MSL.

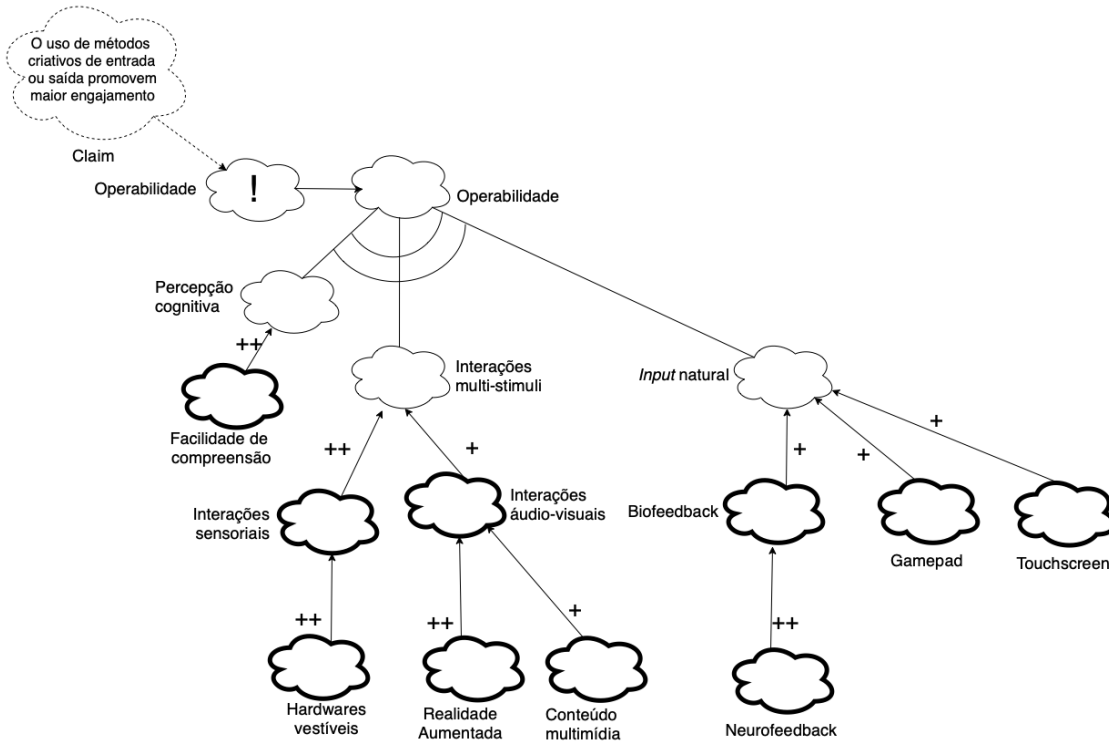


Figura 9 – *NFR Framework* - Operabilidade (Fonte: Autoria própria)



As ligações implícitas entre elementos pertencentes a grupos diferentes de *softgoals* pode ser encontrada na Figura 10.

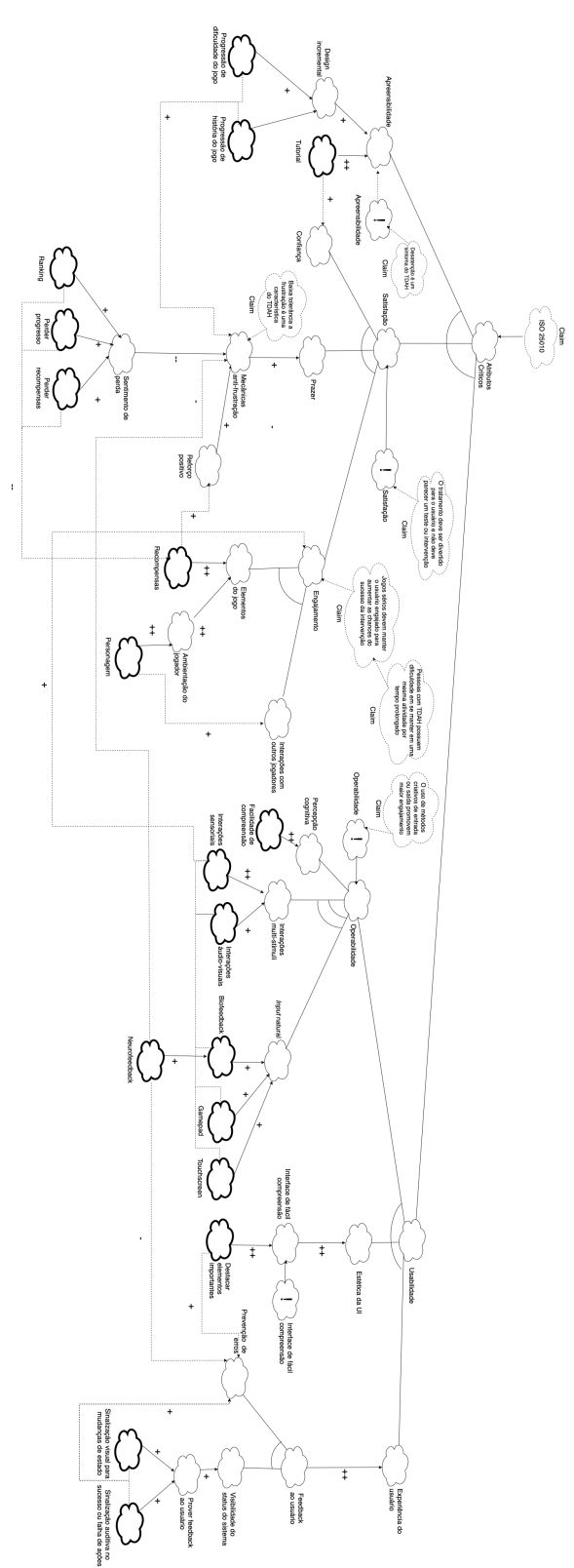


Figura 10 – NFR Framework - Resumo das Ligações Implícitas (Fonte: Autoria própria)

## 4.2 Avaliação do *NFR Framework*

### 4.2.1 Processo de avaliação

O processo de avaliação de um *NFR Framework* determina, dado um conjunto de decisões, o grau de satisfação dos requisitos não-funcionais em uma aplicação. O processo de avaliação consiste em atribuir etiquetas a cada operacionalização ou *softgoal*. Assim como a leitura, a avaliação de um NFR é feita de maneira *bottom-up*, ou seja, primeiro são realizadas as avaliações das operacionalizações das camadas mais inferiores, e, a partir delas é possível derivar a etiqueta dos *softgoals* e operacionalizações superiores. As derivações ocorrem utilizando um conjunto de regras de relacionamento entre os itens.

As etiquetas disponíveis para categorizar os elementos do grafo SIG são:

- Satisfeita: representada por um sinal de visto verde, simbolizando que pode ser cumprido;
- Parcialmente satisfeita: representada pelo sinal "W+", que deriva do inglês *Weakness*, e representa indicadores positivos para que o *softgoal* seja cumprido;
- Negado: representada por um simbolo 'x' vermelho, e simboliza que não pode ser implementado;
- Parcialmente negado: representada pelo sinal "W-", representa indicadores não favoráveis para o cumprimento do *softgoal*;
- Conflitante: se ele é satisfeito e negado ao mesmo tempo;
- Indeterminado: se ele não for satisfeito nem negado.

Para realizar a propagação, utiliza-se um conjunto de regras que determina o relacionamento entre nós pais e filhos do SIG. Dessa forma, as etiquetas são propagadas para hierarquias superiores do gráfico. Abaixo encontram-se os tipos de relacionamento possíveis entre os nós:

- *MAKES* (++): propaga o estado, seja ele "Satisfeito" ou "Negado", para o nó superior. Exemplo: Satisfeito é propagado como Satisfeito;
- *BREAKS* (-): inverte o símbolo da etiqueta do nó inferior para o nó superior. Exemplo: Satisfeito é propagado como Negado;
- *HELPS* (+): propaga o estado "Satisfeito" ou "Negado" para o nó superior, mas o enfraquece. Exemplo: Satisfeito é propagado como Parcialmente Satisfeito;

- *HURTS* (-): propaga o inverso do estado "Satisfeito" ou "Negado" para o nó superior, mas o enfraquece. Exemplo: Satisfeito é propagado como Parcialmente Negado.

É necessário calcular primeiro o impacto individual de cada relacionamento para depois combinar todos os impactos individuais em uma única etiqueta. Em seguida, deve-se propagá-las aos nós superiores. Em casos conflitantes, o desenvolvedor é livre para associar a etiqueta coerente ao *softgoal*.

### 4.2.2 Validação do NFR proposto

Para elucidar o uso do NFR proposto neste trabalho, uma avaliação foi realizada no jogo *BrainGymmer*, que pode ser acessado [clicando aqui](#). O objetivo é validar se o NFR proposto neste trabalho auxilia na avaliação de um jogo sério para crianças e adolescentes com TDAH.

Em pesquisas realizadas pelos autores, não foram encontrados nas principais lojas de download de aplicativos: jogos que se intitulam como jogos sérios, jogos para pessoas com TDAH, *serious games*. O *BrainGymmer* foi encontrado após uma pesquisa com o termo "jogos cognitivos".

É importante ressaltar que este jogo não se auto-intitula como um SG, apesar de conter as principais características de aplicações desta categoria: as atividades são voltadas para melhorar a percepção visual, o controle de impulso, as habilidades de planejamento e o reconhecimento de padrões. Essas ações convergem com exercícios utilizados no tratamento de pessoas com TDAH (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014) (BOENDERMAKER et al., 2017). Sendo assim, o *BrainGymmer* foi escolhido por ser único aplicativo encontrado e que se encaixa melhor com proposta dos SGs.

As Figuras 11 e 12 mostram algumas das atividades propostas pelo jogo *BrainGymmer*.



Figura 11 – Captura de tela do jogo *BrainGymmer* (Fonte: Autoria própria)

O procedimento de avaliação contou com as seguintes etapas:

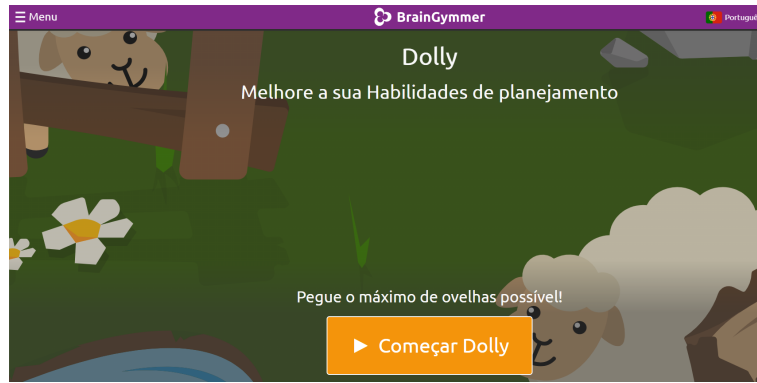


Figura 12 – Captura de tela do jogo *BrainGymmer* (Fonte: Autoria própria)

- Planejamento da validação: essa etapa consiste em determinar qual será o aplicativo em questão, e quem será o jogador e a pessoa responsável por anotar percepções, ações e convergências com as propostas desta pesquisa. Uma vez que houve dificuldade em encontrar jogos sérios para pessoas com TDAH de fácil acesso, essa foi a etapa mais demorada e levou cerca de 10 dias.
- Execução: trata-se dos momentos em que o jogo é utilizado pelo autor, que deve analisar se as metas flexíveis propostas pelo NFR são cumpridas. O jogo foi testado pelo período de 11 dias, pois existem diferentes atividades propostas pela aplicação. Ambos os autores fizeram uso do jogo dentro deste período, porém em máquinas separadas e com cadastros individuais.
- Elaboração de resultados: a partir da avaliação dos *softgoals*, é necessário propagar os relacionamentos dentro do gráfico SIG. A avaliação e a elaboração dos resultados levou 5 dias para ser concluída.

A partir das operacionalizações propostas por este trabalho e das avaliações dos autores, observa-se que o *BrainGymmer* atende principalmente os requisitos não-funcionais voltados para feedback ao usuário, interface de fácil compreensão, sentimento de perda, *input* natural e multiplataforma. Em contrapartida, ambientação do jogador, interação com outros jogadores e interações *multi-stimuli* não são atendidas.

Dessa forma, somente o atributo de qualidade relativo a portabilidade é satisfeito, enquanto a apreensibilidade e a usabilidade são parcialmente satisfeitas. Já a satisfação é parcialmente negada.

Como resultado, observa-se que o NFR proposto é capaz de auxiliar na avaliação dos atributos de qualidade críticos nos jogos sérios para crianças e adolescentes com TDAH. A avaliação foi de fácil execução, o que demonstra a capacidade de usabilidade do NFR. No entanto, uma fraqueza do NFR é a necessidade de compreender afundo os conceitos teóricos para utilizá-lo. Para que desenvolvedores o usufruam futuramente,

recomenda-se o livro *Non-functional requirements in software engineering*, de Lawrence Chung possui a especificação dos métodos a serem aplicados para a avaliação (CHUNG et al., 2000b).

A Figura 13 apresenta o SIG de avaliação do *BrainGymmer*. Para melhor visualização, é possível acessar o arquivo de imagem [clcando aqui](#).

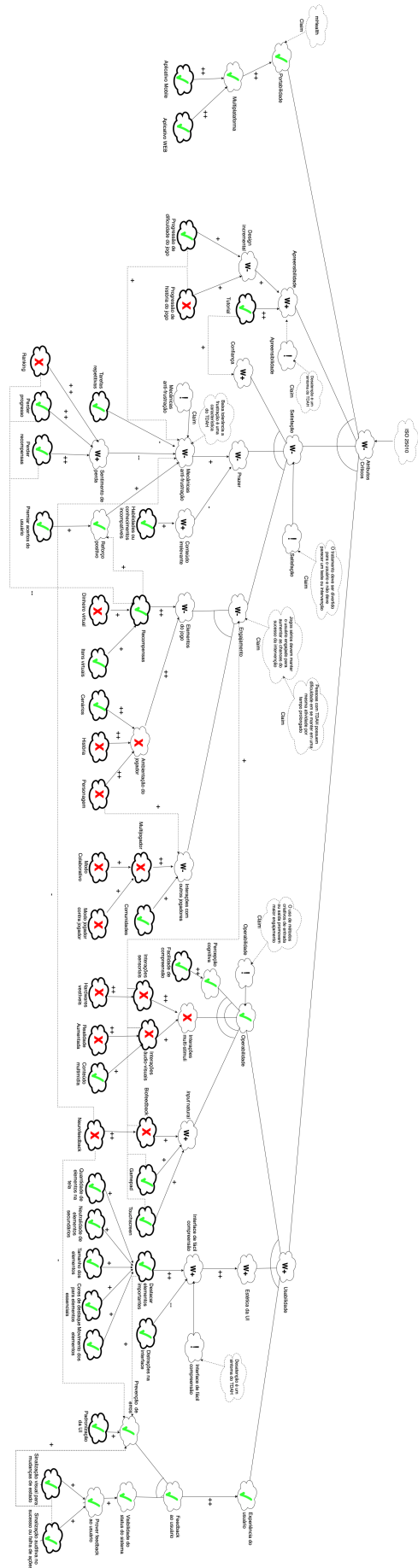


Figura 13 – NFR Framework - Avaliação do *BrainGymmer* (Fonte: Autoria própria)

## 5 Considerações Finais

Através do Mapeamento Sistemático de Literatura foi possível cumprir com o objetivo da pesquisa, que visa identificar um conjunto de requisitos não-funcionais críticos que auxiliem na efetividade da intervenção dos SGs no alívio de sintomas de TDAH.

O MSL indica uma relação entre SGs e atributos de qualidade como "Prazer", "Satisfação", "Apreensibilidade", "Operabilidade" e "Usabilidade". Esses atributos são essenciais para manter o engajamento e o entretenimento do usuário, fatores essenciais e que não devem ser esquecidos no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH.

O referencial teórico aponta que a prática de validar a usabilidade do jogo com usuários é pouco comum, e deveria ser mais explorada pela comunidade desenvolvedora, uma vez que ela pode trazer insumos importantes sobre a interação entre o jogador e o jogo. Além disso, a ausência da avaliação dos aspectos de diversão e engajamento também é um ponto abordado pela literatura e que foi confirmado pelos autores. Apesar desses apontamentos, foram encontradas informações relevantes acerca dos requisitos não-funcionais associados às características de qualidade, indicando que os dados coletados podem ser utilizados para responder:

### **1. Quais atributos de qualidade se mostram essenciais nos jogos sérios desenvolvidos para crianças e adolescentes com TDAH?**

Os atributos percebidos são: operabilidade, prazer, usabilidade, apreensibilidade, satisfação, estética da interface de usuário e portabilidade.

### **2. São percebidos impactos desses atributos de qualidade na efetividade do tratamento alternativo para TDAH?**

Sim, foram observados que alguns atributos podem colaborar para a manutenção do interesse do jogador, contribuindo para o sucesso da intervenção. São eles: operabilidade, usabilidade, satisfação e prazer.

### **3. Quais meios estão sendo usados para medir a satisfação e o engajamento do usuário final nos jogos sérios?**

Apenas 20 artigos (42% do total) realizaram alguma avaliação de qualidade. A maior parte dos estudos focam a avaliação na efetividade do tratamento realizado.

### **4. Quais requisitos não-funcionais se mostram efetivos para o engajamento e divertimento do público-alvo?**

Foram percebidos os seguintes requisitos: *Input* Natural, Mecânicas anti-frustração, iteração com outros jogadores, reforço positivo, interface de fácil compreensão.

O *NFR Framework* se mostrou importante para consolidar o resultado encontrado pelos autores no mapeamento em um artefato de Software que pode ser utilizado para análise ou desenvolvimento de novos Jogos Sérios. Isso é possível pois o artefato relaciona elementos perceptíveis dos Jogos Sérios como: cenário, tutorial e uso de touchscreen aos seus requisitos não funcionais e atributos de qualidade críticos para crianças e adolescentes com TDAH, como usabilidade e satisfação, assim como dispõe de um modelo de avaliação desses requisitos.

O *NFR Framework* proposto é capaz de auxiliar na avaliação dos atributos de qualidade críticos nos jogos sérios para crianças e adolescentes com TDAH. A avaliação realizada foi de fácil execução, o que demonstra a capacidade de aplicabilidade do NFR. Esse artefato de software pode ser utilizado para prever diferentes caminhos de desenho de um determinado jogo sério ou coletar e avaliar informações referente às necessidades do público-alvo.

## 5.1 Ameaças à validade do estudo

Durante a fase de extração de dados nos estudos coletados, observa-se que o primeiro pico de estudos publicados sobre este tema foi em 2015. Dessa forma, é possível concluir que a área de estudo explorada pelos autores ainda é muito nova e pouco discutida quando comparada às outras áreas da Engenharia de Software. Além disso, os estudos costumam ser pouco detalhistas no que se trata de atributos de qualidades específicos para pessoas com TDAH em jogos sérios. Por fim, o NFR foi aplicado em um jogo que apesar de ter características de um SG, não se auto-intitula como um e também não direciona o público para crianças e adolescentes com TDAH. Isso se deve a dificuldade de encontrar jogos sérios disponíveis *online* para o público por motivos que os autores não conseguiram identificar.

É importante ressaltar que os requisitos não-funcionais apontados nessa pesquisa como críticos para crianças e adolescentes com TDAH não foram validados com profissionais da área da saúde.

## 5.2 Trabalhos futuros

A partir desta pesquisa é possível explorar ainda mais o campo de atributos de qualidade críticos para pessoas com TDAH: uma das alternativas é validar o NFR com desenvolvedores de jogos através de um questionário *survey*, ou até mesmo com profissionais da área da saúde, em especial psicoterapeutas. Enxerga-se também a possibilidade de desenvolver um guia de requisitos não-funcionais críticos para desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TDAH, de modo a ser consultado por todos os desenvolvedo-



res durante o processo de elicitação de requisitos. Além disso, é possível desenvolver um aplicativo para automatizar o *NFR Framework*, para apoiar a avaliação de jogos sérios.

Pesquisas semelhantes sobre requisitos não-funcionais críticos para jogos sérios podem ser realizadas com outros recortes, como por exemplo o tratamento de pessoas com espectro autista.



# Referências

- ABDELLATIF, A. J.; MCCOLLUM, B.; MCMULLAN, P. Serious games: Quality characteristics evaluation framework and case study. In: IEEE. *2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*. [S.l.], 2018. p. 112–119. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 31.
- AGHDAM, K. S.; ALAVI, M. H. Designing mind pro working memory game and evaluating its effectiveness on working memory in adhd children. In: IEEE. *2019 International Serious Games Symposium (ISGS)*. [S.l.], 2019. p. 124–128. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 80.
- AHUFINGER, S.; HERRERO-MARTÍN, P. Alien attack: A non-pharmaceutical complement for adhd treatment. *Entropy*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 23, n. 10, p. 1321, 2021. Citado na página 19.
- ALVES, R. M. B. et al. Mobile devices and systems in adhd treatment. In: *WEBIST*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 141–146. Citado na página 81.
- ALVES, R. M. B. et al. Trends, limits, and challenges of computer technologies in attention deficit hyperactivity disorder diagnosis and treatment. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Mary Ann Liebert, Inc., publishers 140 Huguenot Street, 3rd Floor New . . . , v. 25, n. 1, p. 14–26, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 82.
- AMPATZOGLOU, A.; STAMELOS, I. Software engineering research for computer games: A systematic review. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 52, n. 9, p. 888–901, 2010. Citado na página 22.
- AVILA-PESANTEZ, D. et al. Exploring learning in near-field communication-based serious games in children diagnosed with adhd. In: SPRINGER. *The International Conference on Advances in Emerging Trends and Technologies*. [S.l.], 2020. p. 314–324. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 80.
- AVILA-PESANTEZ, D. et al. Towards the improvement of adhd children through augmented reality serious games: Preliminary results. In: IEEE. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.], 2018. p. 843–848. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 81.
- BARBA, M. C. et al. Bravo: a gaming environment for the treatment of adhd. In: SPRINGER. *International conference on augmented reality, virtual reality and computer graphics*. [S.l.], 2019. p. 394–407. Citado na página 82.
- BARKLEY, R. A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of adhd. *Psychological bulletin*, American Psychological Association, v. 121, n. 1, p. 65, 1997. Citado na página 20.
- BARTOLOMÉ, N. A.; ZORRILLA, A. M.; ZAPIRAIN, B. G. A serious game to improve human relationships in patients with neuro-psychological disorders. In: IEEE. *2010 2nd*

- International IEEE Consumer Electronics Society's Games Innovations Conference*. [S.l.], 2010. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 79.
- BENTLEY, T.; JOHNSTON, L.; BAGGO, K. von. Putting some emotion into requirements engineering. In: CITESEER. *Proceedings of the 7th Australian workshop on requirements engineering*. [S.l.], 2002. p. 227–244. Citado na página 25.
- BODOLAI, D. et al. Supervising biofeedback-based serious games. In: IEEE. *2015 6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. [S.l.], 2015. p. 273–278. Citado na página 81.
- BOEGH, J. A new standard for quality requirements. *IEEE software*, IEEE Computer Society, v. 25, n. 2, p. 57, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- BOENDERMAKER, W. J. et al. Using serious games to (re) train cognition in adolescents. In: *Serious games and edutainment applications*. [S.l.]: Springer, 2017. p. 307–321. Citado 4 vezes nas páginas 20, 21, 49 e 82.
- BOOTH, A. Unpacking your literature search toolbox: on search styles and tactics. *Health information and libraries journal*, v. 25, n. 4, p. 313, 2008. Citado na página 68.
- BOSENBRÖEK, R. et al. Efficacy of a virtual reality biofeedback game (deep) to reduce anxiety and disruptive classroom behavior: single-case study. *JMIR mental health*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 7, n. 3, p. e16066, 2020. Citado na página 80.
- BRERETON, P. et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of systems and software*, Elsevier, v. 80, n. 4, p. 571–583, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 65 e 67.
- BUL, K. C. et al. Development and user satisfaction of “plan-it commander,” a serious game for children with adhd. *Games for health journal*, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 4, n. 6, p. 502–512, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 80.
- BUL, K. C. et al. Behavioral outcome effects of serious gaming as an adjunct to treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. *Journal of medical Internet research*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 18, n. 2, p. e5173, 2016. Citado na página 82.
- CALDERÓN, A.; RUIZ, M. A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, Elsevier, v. 87, p. 396–422, 2015. Citado na página 31.
- CALLELE, D.; NEUFELD, E.; SCHNEIDER, K. Requirements engineering and the creative process in the video game industry. In: IEEE. *13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (RE'05)*. [S.l.], 2005. p. 240–250. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 24.
- CALLEROS, C. B. G.; GARCÍA, J. G.; RANGEL, Y. N. Un juego serio para la solución de problemas matemáticos para niños con tdah. *Campus Virtuales*, v. 8, n. 2, p. 121–140, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 79.

- CALLEROS, C. B. G.; GARCÍA, J. G.; RANGEL, Y. N. Uvamate, a serious game for learning mathematics for children with adhd: usability evaluation. *Revista Colombiana de Computación*, Universidad Autónoma de Bucaramanga, v. 21, n. 1, p. 20–34, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 82.
- CÉSPEDES-HERNÁNDEZ, D. et al. Sega-arm: A metamodel for the design of serious games to support auditory rehabilitation. In: *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8. Citado na página 20.
- CHEN, L. et al. The research of cognitive rehabilitation training system for adhd children. In: *Proceedings of the 2020 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 422–425. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 81.
- CHEN, Y. et al. Cosa: Contextualized and objective system to support adhd diagnosis. In: IEEE. *2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*. [S.l.], 2018. p. 1195–1202. Citado na página 80.
- CHUNG, L. et al. Non-functional requirements. *Software Engineering*, Kluwer Academic, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 26.
- CHUNG, L. et al. The nfr framework in action. In: \_\_\_\_\_. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*. Boston, MA: Springer US, 2000. p. 15–45. ISBN 978-1-4615-5269-7. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5269-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5269-7_2)>. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 51.
- CHUNG, L. et al. *Non-functional requirements in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012. v. 5. Citado na página 20.
- CIENTÍFICA, M. *Fundamentos de metodologia científica*. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2008. Citado na página 34.
- COMA-ROSELLÓ, T. et al. Mediation criteria for interactive serious games aimed at improving learning in children with attention deficit hyperactivity disorder (adhd). *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, SpringerOpen, v. 15, n. 1, p. 1–20, 2020. Citado na página 81.
- CONNOLLY, T. M. et al. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, Elsevier, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 30.
- CREPALDI, M. et al. Supporting rehabilitation of adhd children with serious games and enhancement of inhibition mechanisms. In: SPRINGER. *International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality*. [S.l.], 2017. p. 167–181. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 81.
- CREPALDI, M. et al. Antonyms: a computer game to improve inhibitory control of impulsivity in children with attention deficit/hyperactivity disorder (adhd). *Information, MDPI*, v. 11, n. 4, p. 230, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 27, 29 e 80.
- CREPALDI, M. et al. The use of a serious game to assess inhibition mechanisms in children. *Frontiers in Computer Science*, Frontiers Media SA, v. 2, p. 34, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 81.

- DAWI, N. M. et al. Complexity and memory-based comparison of the brain activity between adhd and healthy subjects while playing a serious game. *Fractals*, World Scientific, v. 29, n. 05, p. 2150202, 2021. Citado na página 82.
- DELVIGNE, V. et al. Vera: Virtual environments recording attention. In: IEEE. *2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. [S.l.], 2020. p. 1–7. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 82.
- DRAPER, S. W. Analysing fun as a candidate software requirement. *Personal Technologies*, Springer, v. 3, n. 3, p. 117–122, 1999. Citado na página 25.
- ECK, R. V. Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, Educause, v. 41, n. 2, p. 16, 2006. Citado na página 21.
- FREITAS, S. D.; OLIVER, M. How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & education*, Elsevier, v. 46, n. 3, p. 249–264, 2006. Citado na página 25.
- FRUTOS-PASCUAL, M.; ZAPIRAIN, B. G.; BULDIAN, K. C. Adaptive cognitive rehabilitation interventions based on serious games for children with adhd using biofeedback techniques: assessment and evaluation. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 321–324. Citado 6 vezes nas páginas 19, 26, 30, 49, 80 e 82.
- GALEOS, C.; KARPOUZIS, K.; TSATIRIS, G. Developing an educational programming game for children with adhd. In: IEEE. *2020 15th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMA)*. [S.l.], 2020. p. 1–6. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 80.
- GARCÍA-REDONDO, P. et al. Serious games and their effect improving attention in students with learning disabilities. *International journal of environmental research and public health*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 16, n. 14, p. 2480, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 81.
- GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 33, n. 4, p. 441–467, 2002. Citado na página 25.
- GEARY, D. C. Mathematics and learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 37, n. 1, p. 4–15, 2004. Citado na página 19.
- GIANNARAKI, M. et al. Addventurous rhythmical planet: a 3d rhythm-based serious game for social skills development of children with adhd. In: SPRINGER. *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning*. [S.l.], 2019. p. 582–593. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 79.
- GIANNARAKI, M. et al. In: IEEE. *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.], 2021. p. 1217–1225. Citado na página 79.
- GONGSOOK, P. et al. A diagnostic tool on time perception of children with adhd. In: SPRINGER. *International Conference on Games and Learning Alliance*. [S.l.], 2013. p. 400–405. Citado na página 79.

- HAJIHEIDARY, F. et al. Comparison of the effectiveness of cognitive rehabilitation programs of brain training and cogni plus on cognitive skills of students with attention deficit hyperactivity disorder. In: IEEE. *2020 International Serious Games Symposium (ISGS)*. [S.l.], 2020. p. 26–32. Citado na página 82.
- HAKIMIRAD, E. et al. Effectiveness of emogalaxy video game on social skills of children with adhd. In: IEEE. *2019 International Serious Games Symposium (ISGS)*. [S.l.], 2019. p. 7–12. Citado na página 80.
- HASSENZAHN, M.; BEU, A.; BURMESTER, M. Engineering joy. *Ieee Software*, IEEE, v. 18, n. 1, p. 70–76, 2001. Citado na página 25.
- HAYS, R. T. The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. Naval Air Warfare Center Training Systems Div Orlando Fl, 2005. Citado na página 22.
- HOCINE, N. Personalized serious games for self-regulated attention training. In: *Adjunct Publication of the 27th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 251–255. Citado na página 81.
- HOCINE, N.; AMEUR, M.; ZIANI, W. Keep attention: A personalized serious game for attention training. In: *GamiLearn*. [S.l.: s.n.], 2019. Citado 3 vezes nas páginas 19, 29 e 81.
- INFANTE-MORO, A.; INFANTE-MORO, J.-C.; GALLARDO-PÉREZ, J. The importance of icts for students as a competence for their future professional performance: The case of the faculty of business studies and tourism of the university of huelva. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, University of Alicante, v. 8, n. 2, p. 201–213, 2019. Citado na página 19.
- ISO/IEC 25010. *ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. 2011. Citado 3 vezes nas páginas 23, 27 e 71.
- JIANG, H. et al. The use of mobile games in the management of patients with attention deficit hyperactive disorder: A scoping review. *Frontiers in Psychiatry*, Frontiers Media SA, v. 13, 2022. Citado na página 31.
- KASURINEN, J.; MAGLYAS, A.; SMOLANDER, K. Is requirements engineering useless in game development? In: SPRINGER. *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*. [S.l.], 2014. p. 1–16. Citado na página 22.
- KEELE, S. et al. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. [S.l.], 2007. Citado 2 vezes nas páginas 65 e 68.
- KESHAV, N. U. et al. Digital attention-related augmented-reality game: significant correlation between student game performance and validated clinical measures of attention-deficit/hyperactivity disorder (adhd). *Children*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 6, n. 6, p. 72, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 80.
- KHALEGHI, A. et al. Combined approach to diagnose adhd: gamifying conners rating scale. In: SPRINGER. *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning*. [S.l.], 2019. p. 825–835. Citado na página 80.

- KOKOL, P. et al. Serious game-based intervention for children with developmental disabilities. *Current Pediatric Reviews*, Bentham Science Publishers, v. 16, n. 1, p. 26–32, 2020. Citado na página 81.
- LAKES, K. D. et al. Digital health interventions for youth with adhd: A systematic review. *Computers in Human Behavior Reports*, Elsevier, p. 100174, 2022. Citado na página 31.
- LANDERS, R. N. Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning. *Simulation & gaming*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 45, n. 6, p. 752–768, 2014. Citado na página 22.
- LELONG, M. et al. How effective is fine motor training in children with adhd? a scoping review. *BMC pediatrics*, Springer, v. 21, n. 1, p. 1–21, 2021. Citado na página 81.
- LENT, M. van; SWARTOUT, W. Games: Once more, with feeling. *Computer*, v. 40, n. 8, p. 98–100, 2007. Citado na página 24.
- MACEDO, N. D. de. *Iniciação à pesquisa bibliográfica*. [S.l.]: Edições Loyola, 1995. Citado na página 34.
- MACHADO, F. S. et al. Development of serious games for neurorehabilitation of children with attention-deficit/hyperactivity disorder through neurofeedback. In: IEEE. *2019 18th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*. [S.l.], 2019. p. 91–97. Citado 6 vezes nas páginas 19, 26, 27, 29, 30 e 80.
- MAHMOODI, F. et al. A cognitive-sensory-motor gamepad for therapy of children with adhd. In: IEEE. *2019 International Serious Games Symposium (ISGS)*. [S.l.], 2019. p. 25–29. Citado na página 79.
- MALONE, T. W.; LEPPER, M. R. Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In: *Aptitude, learning, and instruction*. [S.l.]: Routledge, 2021. p. 223–254. Citado na página 25.
- MICHAEL, D.; CHEN, S. Serious games: Games that educate, train, and inform. ation boston. MA.: *Thomson Course Technology*, 2006. Citado na página 21.
- NAKAGAWA, E. Y. et al. Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática. Elsevier Brasil, 2017. Citado na página 68.
- NUNES, G. G. dos R.; LEAL, A. C. Non-functional requirements framework: Influências na qualidade de jogos de entretenimento com temática role-playing game. s.d. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 32.
- OLIVEIRA, M. M. d. Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses. In: *Como fazer projetos, relatorios, monografias, dissertacoes e teses*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 190–190. Citado na página 33.
- OU, Y.-K. et al. Development of virtual reality rehabilitation games for children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, Springer, v. 11, n. 11, p. 5713–5720, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 80.



- PARK, K. et al. Narratives and sensor driven cognitive behavior training game platform. In: IEEE. *2016 IEEE 14th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA)*. [S.l.], 2016. p. 125–131. Citado na página 81.
- PASCHALI, M. E. et al. Non-functional requirements that influence gaming experience: A survey on gamers satisfaction factors. In: *Proceedings of the 18th International Academic MindTrek Conference: Media Business, Management, Content & Services*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 208–215. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 32.
- PENUELAS-CALVO, I. et al. Video games for the assessment and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *European child & adolescent psychiatry*, Springer, p. 1–16, 2020. Citado na página 32.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–10. Citado na página 67.
- POURABDOLLAHIAN, B.; TAISCH, M.; KERGA, E. Serious games in manufacturing education: Evaluation of learners' engagement. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 15, p. 256–265, 2012. Citado na página 25.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Engenharia de software-9*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 35.
- PUTRA, A. S. et al. Gamification in the e-learning process for children with attention deficit hyperactivity disorder (adhd). In: IEEE. *2018 Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference (INAPR)*. [S.l.], 2018. p. 182–185. Citado na página 81.
- REIGELUTH, C. M. *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. [S.l.]: Routledge, 1983. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, N. et al. A secure mhealth application for attention deficit and hyperactivity disorder. *Expert Systems*, Wiley Online Library, v. 37, n. 1, p. e12431, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 79.
- ROH, C. H.; LEE, W. B. Development of a 3d tangible-serious game for attention improvement. *International Journal of Intelligent Information and Database Systems 1*, Inderscience Publishers Ltd, v. 8, n. 2, p. 85–96, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 80.
- ROH, C. H.; LEE, W. B. A study of the attention measurement variables of a serious game as a treatment for adhd. *Wireless personal communications*, Springer, v. 79, n. 4, p. 2485–2498, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 79.
- SÁNCHEZ-MORALES, A.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, C. L. Interactive interface and serious game for the detection of deficiencies in cognitive functions in preschool children. In: *Proceedings of the 7th Mexican Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.: s.n.], 2018. Citado na página 81.
- SECNİK, K. et al. Health state utilities for childhood attention-deficit/hyperactivity disorder based on parent preferences in the united kingdom. *Medical Decision Making*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 25, n. 1, p. 56–70, 2005. Citado na página 81.

- SONNE, T.; JENSEN, M. M. Chillfish: A respiration game for children with adhd. In: *Proceedings of the TEI'16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 271–278. Citado 4 vezes nas páginas 26, 29, 30 e 80.
- SOYSAL, Ö. M.; KIRAN, F.; CHEN, J. Quantifying brain activity state: Eeg analysis of background music in a serious game on attention of children. In: IEEE. *2020 4th international symposium on multidisciplinary studies and innovative technologies (ismsit)*. [S.l.], 2020. p. 1–7. Citado na página 81.
- SUSI, T.; JOHANNESSON, M.; BACKLUND, P. Serious games: An overview. Institutionen för kommunikation och information, 2007. Citado na página 21.
- VARGAS, J. A. et al. A systematic mapping study on serious game quality. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–10. Citado 3 vezes nas páginas 22, 24 e 31.
- VASCONCELOS, D. F. P. de et al. A virtual reality based serious game to aid in the literacy of students with intellectual disability: Design principles and evaluation. *Technology and Disability*, IOS Press, v. 32, n. 3, p. 149–157, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 79.
- VELTJEN, A. Using games to support students with special needs! In: ACADEMIC CONFERENCES INTERNATIONAL LIMITED. *European Conference on Games Based Learning*. [S.l.], 2010. p. 512. Citado na página 19.
- WOUTERS, P.; SPEK, E. D. Van der; OOSTENDORP, H. V. Current practices in serious game research: A review from a learning outcomes perspective. *Games-based learning advancements for multi-sensory human computer interfaces: techniques and effective practices*, IGI Global, p. 232–250, 2009. Citado na página 24.
- WROŃSKA, N.; GARCIA-ZAPIRAIN, B.; MENDEZ-ZORRILLA, A. An ipad-based tool for improving the skills of children with attention deficit disorder. *International journal of environmental research and public health*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 12, n. 6, p. 6261–6280, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 80.
- ZHENG, Y. et al. A review on serious games for adhd. *arXiv preprint arXiv:2105.02970*, 2021. Citado na página 31.

# APÊNDICE A – Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura

Elaborar um protocolo é essencial para minimizar as chances de uma avaliação parcial, definindo de antemão como o Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) será realizado (BRERETON et al., 2007). Esta seção tem como objetivo descrever o protocolo desenvolvido, especificando o objetivo, as questões de pesquisa e o processo a ser seguido para seleção, avaliação e documentação dos estudos primários.

A condução de um MSL conta com etapas que confirmam a real necessidade de sua realização. Portanto, o planejamento é responsável por conter as justificativas da execução do trabalho, assim como definir os meios que o tornarão possível de ser desempenhado (KEELE et al., 2007).

O protocolo apresentado nessa seção inclui objetivos e questões de pesquisa, estratégia de busca e seleção de dados (critérios de inclusão e exclusão), procedimentos de coleta e extração de dados e a estratégia de síntese de dados.

## A.1 Informações gerais

A escolha do tema Mapeamento Sistemático (MSL) foi conduzida a fim de discorrer um estudo mapeando requisitos não-funcionais essenciais no desenvolvimento de jogos sérios para crianças e adolescentes com TDAH. Sendo assim, é possível chegar ao quadro que apresenta o objetivo da pesquisa:

Tabela 2 – Objetivo da pesquisa

Analisar	estudos realizados utilizando jogos sérios
Com o propósito de	identificar um conjunto chave de requisitos não funcionais
Com relação aos	impactos na sua efetividade
Do ponto de vista do	usuário
No contexto de	crianças e adolescentes com TDAH

## A.2 Questão de pesquisa

A questão de pesquisa é responsável por ajudar a identificar e filtrar estudos primários importantes, e deve também extrair informações importantes de dados necessários para responder as perguntas (KEELE et al., 2007). Neste contexto, a questão que norte-

ará o MSL está descrita na tabela 3. Algumas suposições implícitas do problema podem ser identificadas:

Tabela 3 – Questões de pesquisa

<b>Questão de pesquisa principal:</b>
Quais são os requisitos não-funcionais críticos no desenvolvimento de jogos sérios voltados para crianças e adolescentes com TDAH?
<b>Questões de pesquisa secundárias:</b>
1. Quais atributos de qualidade se mostram essenciais nos jogos sérios desenvolvidos para crianças e adolescentes com TDAH?
2. São percebidos impactos desses atributos de qualidade na efetividade do tratamento alternativo para TDAH?
3. Quais meios estão sendo usados para medir a satisfação e o engajamento do usuário final nos jogos sérios?
4. Quais requisitos não-funcionais se mostram efetivos para o engajamento e divertimento do público-alvo?
5. Ao longo dos anos, observa-se alterações na citação desses atributos?

- Requisitos não-funcionais definem os atributos de qualidade de um software;
- Os atributos de qualidade de um software estão diretamente relacionados com a experiência de uso;
- Pessoas com TDAH possuem necessidades especiais em softwares devido às complicações do transtorno;
- Por se tratar de uma intervenção de longo prazo, a motivação e o engajamento do usuário possuem impacto direto na efetividade da intervenção;
- A experiência de uso é um fator-chave para o engajamento do usuário com a aplicação;

As questões foram definidas a fim de mapear e organizar o conhecimento a respeito da área, tanto de forma qualitativa quanto quantitativamente. Esse mapeamento será utilizado para tentar identificar lacunas e fatores desmotivadores que possam vir a intervir na efetividade da intervenção e, conseqüentemente, guiar pesquisas futuras de desenvolvimento na área de jogos sérios para crianças e adolescentes com TDAH.

### A.3 Identificação dos estudos

Essa seção visa documentar a estratégia de condução da busca.

### A.3.1 Delimitar a *string* de busca

Para a elaboração do argumento de busca ou *string* de pesquisa utilizou-se uma adaptação do método PICOC (acrônimo em inglês para População, Intervenção, Comparação, Resultado e Contexto), que enquadra as questões de investigação em cinco perspectivas (BRERETON et al., 2007). A partir das questões e dos objetivos desta pesquisa, foi possível derivar as informações presentes na tabela 4

Tabela 4 – PICOC

Atributo	Descrição
População	["sg, serious games"]
Intervenção	["non-functional requirements", "software quality"]
Comparação	não se aplica
Resultado	["ADHD, "Attention Deficit Disorder", elicitation, "software development"]
Contexto	["child, adolescents"]

O mapeamento anterior do PICOC resultou em palavras-chave categorizadas em quatro grupos distintos. Para derivar o argumento (*string*) de busca, foi realizada a interpolação das palavras-chave com operadores lógicos "E"(AND) e "OU"(OR). Via de regra, elementos dentro de um mesmo grupo são conectados pelo operador "OR" e grupos distintos são conectados pelo operador "AND".

Por se tratar de um mapeamento sistemático de literatura, os termos presentes nos "resultados" do PICOC não serão considerados como exclusivos, mas como inclusivos. Essa restrição foi evitada, uma vez que o objetivo do mapeamento é ter uma visão ampla da área de pesquisa (PETERSEN et al., 2008). A *string* de busca é apresentada na Tabela 5

Tabela 5 – Argumento de busca

( ( "serious games" OR "sg" ) AND ( "adhd" OR "attention deficit disorder" OR "elicitation" or "non-functional requirements" OR "software development" OR "Software Quality" ) AND ( "child" OR "adolescent" ) )
--

### A.3.2 Determinar fontes de pesquisa

As bases de dados escolhidas para a condução do estudo foram a *Scopus* e a *WOS*, motores de busca acadêmica que possuem em seus índices publicações de diversas revistas científicas de ciência da computação e outras áreas de ciências da natureza, além de mecanismos avançados de busca e ferramentas de visualização de resultados em gráficos para a análise da base de estudos obtida.

Além das publicações presentes na fonte de pesquisa, pode ocorrer a inserção manual de artigos que forem encontrados durante a pesquisa em outros motores de busca, como o *Google Scholar*. Caso o número de pesquisas primárias seja insatisfatório, é possível aplicar a *Pearl Growing* (BOOTH, 2008), uma estratégia recursiva de busca, em que o conhecimento obtido na análise de um conjunto de estudos é utilizado para realizar a seleção de novos.

### A.3.3 Definição da estratégia de busca

Trata-se de um procedimento que define como as buscas serão realizadas dentro das fontes de pesquisa. O argumento de busca elaborado será consultado na pesquisa avançada das bases de publicações. Para melhorar a qualidade dos resultados, a pesquisa considerará apenas ocorrências em títulos, resumos e palavras-chave.

## A.4 Seleção e avaliação de estudos

Essa seção visa estabelecer e documentar como serão selecionados e avaliados os estudos relevantes para o MSL.

### A.4.1 Determinar critérios de seleção

A seleção de estudos primários é conduzida por meio de critérios definidos pelos pesquisadores e que visam garantir a relevância do estudo para o MSL. Tais critérios serão derivados dos objetivos e das questões de pesquisa do estudo, assim como do contexto do pesquisador (NAKAGAWA et al., 2017).

Portanto, para seleção de uma base de estudos sólida para a pesquisa, foram elencados os critérios de inclusão (Tabela 6) e exclusão (Tabela 7).

### A.4.2 Definir critérios de qualidade

A qualidade dos resultados de um MSL está diretamente ligada à qualidade dos estudos primários nela inclusos, portanto, para seu sucesso, a definição de critérios sólidos e coerentes para avaliar aspectos metodológicos dos estudos é essencial (KEELE et al., 2007).

Cada um dos critérios da tabela deve ser pontuado de acordo com os valores correspondentes da tabela 9. A soma do peso das respostas corresponde ao *Resultado da avaliação de qualidade* da pesquisa, que será utilizado tanto na sintetização dos estudos quanto em sua seleção, em que estudos com nota zero são desconsiderados, portanto a etapa de avaliação de qualidade deverá ocorrer antes da etapa de condução.

Tabela 6 – Critérios de inclusão

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
A publicação aborda a fase de elicitação e desenho do jogo sério	Ocorre na publicação a citação ou descrição de informações acerca da elicitação de requisitos e desenho do SG
A publicação aborda os atributos de qualidades do jogo sério (ex: usabilidade, atratividade)	Ocorre na publicação a descrição de atributos de qualidade do SG
A publicação apresenta alguma relação importante entre dois fatores (ex: usabilidade e efetividade, usabilidade e motivação)	Ocorre na publicação a correlação entre fatores de qualidade de software e seus impactos na solução proposta
A publicação apresenta conceitos importantes para a pesquisa (ex: requisitos para jogos serios, desenho de jogos serios, elicitação de requisitos, usabilidade de jogos sérios)	Ocorre na publicação a abordagem direta de conceitos relevantes para a pesquisa
A publicação responde uma ou mais questões de pesquisa	É possível responder uma ou mais questões de pesquisa a partir desse estudo primário
A publicação se trata do desenvolvimento de um jogo sério, portanto pode conter informações relevantes para o mapeamento	Por ser um escopo muito restrito, toda e qualquer publicação sobre desenvolvimento de SG para pessoas com TDAH devem ser consideradas
A publicação é útil para a extração de dados sobre Jogos Sérios	A publicação possui informações relevantes que devem ser consideradas na extração de dados

### A.4.3 Estratégia de seleção de estudos

A extração de dados inicia-se a partir da consulta do argumento de busca, apresentado na tabela 5, nas bases de publicações escolhidas, caracterizando o primeiro filtro realizado pelos pesquisadores a partir da junção de palavras-chave e operadores lógicos, descrita anteriormente.

O segundo filtro é aplicado ao realizar a leitura do resumo e da conclusão de cada artigo, a fim de identificar e aplicar critérios de inclusão e exclusão (Tabelas 6 e 7) a partir dos objetivos (Tabela 2) e questões de pesquisa (Tabela 3) levantados. Para a seleção, um pesquisador é responsável por conferir os critérios aplicados a cada um dos estudos primários. Os critérios de inclusão são alternativos, isto é, para a publicação ser incluída no estudo basta que ela atenda a um dos critérios.

Por fim, é realizada a leitura completa dos estudos, com o objetivo de analisar a qualidade (8) e extrair os dados. A análise de qualidade caracteriza o terceiro e último filtro que é aplicado aos estudos primários, em que estudos com nota zero serão desconsiderados. As informações obtidas nessa avaliação serão utilizadas para a elaboração do relatório final, junto com as observações guiadas pelas questões abertas presentes na tabela 12.

Tabela 7 – Critérios de exclusão

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
A publicação está escrita em um idioma diferente do português, inglês ou espanhol	O estudo não pode ser lida com clareza pelos pesquisadores uma vez que não está em Portugues, Ingles ou Espanhol.
A publicação já existe em uma versão mais recente	O estudo possui uma publicação mais atual
A publicação não apresenta nenhum conceito relevante para a pesquisa	O estudo não está relacionada com o tema de estudo desse MSL
A publicação não pode ser acessada via portal CAPES	O estudo não pode ser acessada via portal de periódicos CAPES
A publicação é duplicada	Uma publicação igual já foi avaliada
Nenhuma questão de pesquisa é respondida pelo estudo	Não é possível responder nenhuma das questões de pesquisa a partir desse estudo
O estudo não obteve pontuação o suficiente para ser avaliada	A análise de qualidade da

Tabela 8 – Critérios de qualidade

<b>Critério</b>
Foi observado um ou mais requisitos não-funcionais do software
Os requisitos da aplicação foram abordados no estudo
Atributos de qualidade do software tiveram impacto na efetividade
O software apresenta requisitos não-funcionais específicos para pessoas com TDAH
A experiência de uso ou satisfação do usuário foram abordados no estudo
A usabilidade foi testada
Foi relatado algum problema de qualidade de software no estudo
Foi abordado algum modelo de desenvolvimento de jogo sério
O artigo aborda outros jogos sérios voltados para pessoas com TDAH

Tabela 9 – Pontuações possíveis da avaliação de qualidade

<b>Resposta</b>	<b>Pontuação</b>
Sim	1 ponto
Parcialmente	0.5 ponto
Não	0 pontos

## A.5 Síntese dos dados e apresentação dos resultados

Essa seção tem como objetivo documentar como será realizada a extração e a sumarização dos dados dos estudos considerados relevantes para a pesquisa.



### A.5.1 Estratégia de extração de dados

A extração de dados foi facilitada com o uso do software *Parsifal*, onde a coleta dos dados é dividida em três etapas: (a) importação dos estudos, (b) avaliação da qualidade e (c) extração de dados. A importação dos estudos pode ser facilitada ao utilizar o arquivo exportado do resultado da consulta do argumento de busca nas bases.

Foram elencadas quinze questões abertas a fim de mapear os dados necessários para a condução do MSL. O pesquisador deverá realizar a leitura completa e o preenchimento da análise de qualidade do estudo, após isso, deve responder as questões apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Extração de dados

Questões
Requisitos não funcionais foram observados? Se sim, quais?
É possível notar a presença de alguma qualidades hedônica no produto desenvolvido pelo trabalho? Se sim, como é feita sua abordagem?
Atributos de qualidade do software presentes na ISO 25010 foram abordados? se sim, quais?
Os atributos de qualidade tiveram impacto nos resultados ou no uso do software? Se sim, qual?
Existem requisitos específicos para o público com TDAH? Se sim, quais?
Foram feitas observações sobre a experiência de uso ou satisfação do usuário? Se sim, quais?
O estudo apresenta algum fator que influencia na efetividade do tratamento? Se sim, qual?
Os usuários realizaram a avaliação do SG? Se sim, quais características de qualidade foram avaliadas e seus respectivos resultados?
Foram relatados problemas de qualidade do software? Se sim, quais?
O estudo abordou o engajamento, motivação ou satisfação do usuário? Se sim, como?
O estudo possui alguma referência bibliográfica importante para esta pesquisa? Se sim, qual?
O estudo apresenta algum conceito importante para esta pesquisa? Se sim, qual?
O estudo apresenta alguma relação entre conceitos importante para esta pesquisa? Se sim, qual?

Os atributos de qualidade apresentados devem pertencer á ISO 25010. As alternativas são: Eficácia, Eficiência, Satisfação (Utilidade, Confiança e Prazer), Compatibilidade funcional (Compleitude funcional, Correção funcional, Adequação funcional), Eficiência de desempenho (Comportamento do tempo), Usabilidade (Reconhecimento de adequação, Aprendibilidade, Proteção contra erros do usuário, Operabilidade, Estética da Interface do usuário) Confiabilidade (Tolerância a falhas) e Portabilidade (Adaptabilidade). (ISO/IEC 25010, 2011)

### A.5.2 Estratégia de sumarização dos dados

Como resultado do mapeamento, será apresentada uma síntese narrativa a fim de responder as questões de pesquisa secundárias levantadas neste protocolo. Os resultados da extração de dados serão disponibilizados em formato de tabela via hiperlink. Serão discutidas as contribuições da pesquisa para a academia e estado da prática e quais os próximos passos a serem tomados no desenvolvimento de jogos sérios para crianças com TDAH.

# APÊNDICE B – Mapeamento Sistemático e Literatura

Este apêndice aborda a condução e os resultados do Mapeamento Sistemático, assim como as contribuições, fraquezas e melhorias da pesquisa.

## B.1 Mapeamento Sistemático de Literatura

As etapas contempladas no Mapeamento Sistemático de Literatura (MLS) foram: definição do tema e da *string* de busca, extração de dados e elaboração de resultados.

O MSL foi realizado duas vezes, em momentos distintos da execução desta pesquisa: a primeira ocorreu na realização do Trabalho de Conclusão de Curso 1 (TCC 1), sendo esta a etapa mais complexa, uma vez que o tema ainda estava sendo discutido e vários testes foram feitos até obter a *string* de busca final. A atual *string* é a que melhor direciona para os estudos que possuem convergência com os objetivos de pesquisa. Essa *string* foi utilizada na base *Scopus*, e 94 estudos foram obtidos. Após essa etapa, houve a filtragem por leitura dos resumos, introdução e conclusão. Foram obtidos 46 resultados, satisfazendo a expressão de busca com publicações majoritariamente recentes.

Já a segunda vez que o MSL foi realizado ocorreu durante o Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2). A mesma *string* de busca foi utilizada em um motor de busca adicional, chamado *Web of Science* (WoS), além do uso novamente no *Scopus*, a fim de obter maior variedade de estudos. As mesmas etapas foram aplicadas neste período. Foram encontrados 114 resultados, resultando 5 estudos primários após a filtragem de estudos duplicados e leitura parcial dos artigos para análise de qualidade. A figura 14 retrata a distribuição dos artigos por ano.

É possível observar que o interesse no assunto vem crescendo nos últimos anos, com dois picos de publicações, em 2014 e 2020 respectivamente. Dando ao escopo restrito da pesquisa uma base de consulta mais abrangente, estudos não foram desconsiderados pelo critério de ano de publicação. É importante ressaltar a presença de publicações brasileiras: na figura 15 é possível observar o Brasil no ranking mundial de condução de pesquisas acerca desse tema, atingindo o quinto lugar, com 8 publicações.

Nas figuras 16 e 17, observa-se que a maioria dos estudos são artigos ou conferências, e pertencem majoritariamente às áreas de engenharia da computação, medicina e engenharia. A fim de realizar a avaliação inicial e identificar a relevância desses tópicos para a pesquisa em questão, estudos não foram desconsiderados pelos critérios tipo

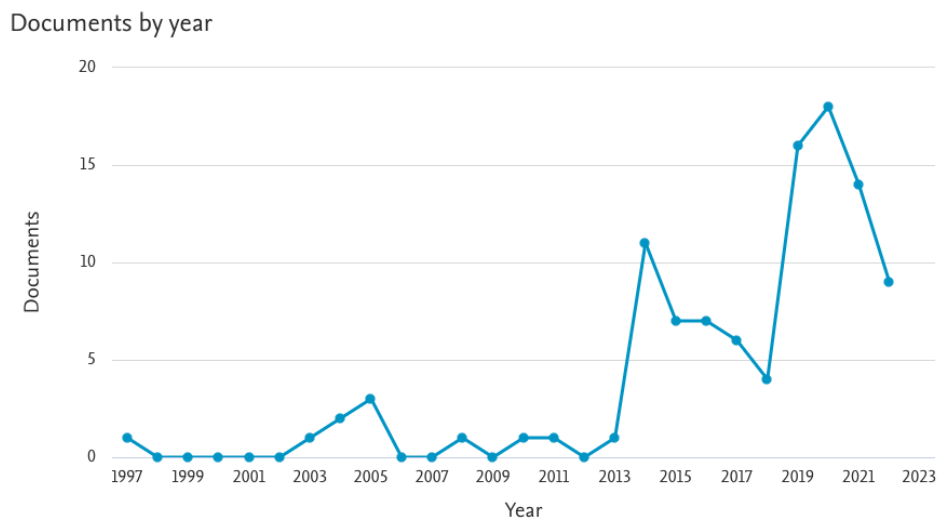


Figura 14 – Documentos por ano de publicação (Fonte: *Articles Per Year* (Scopus, 2022))

### Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

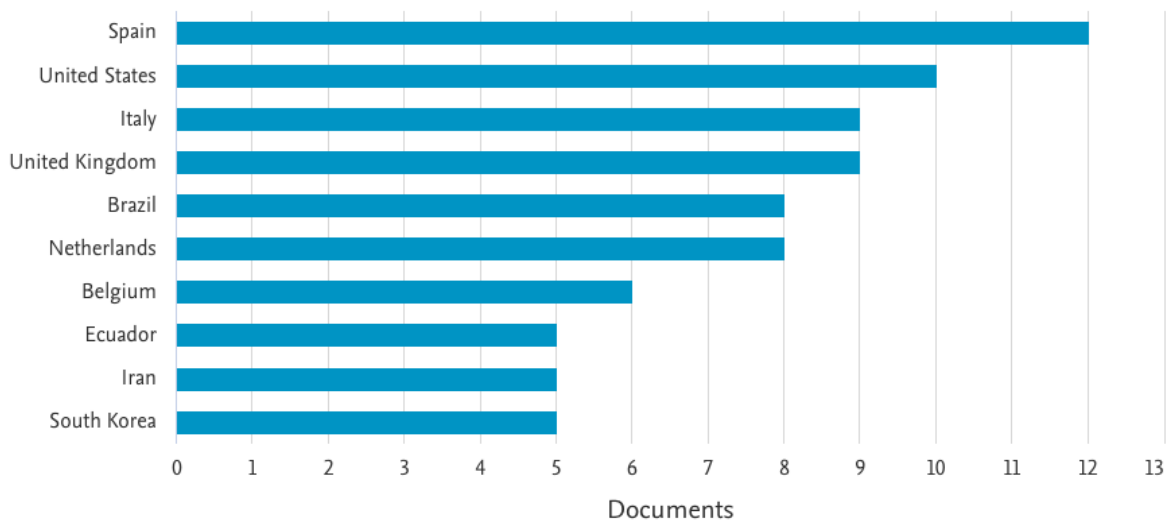
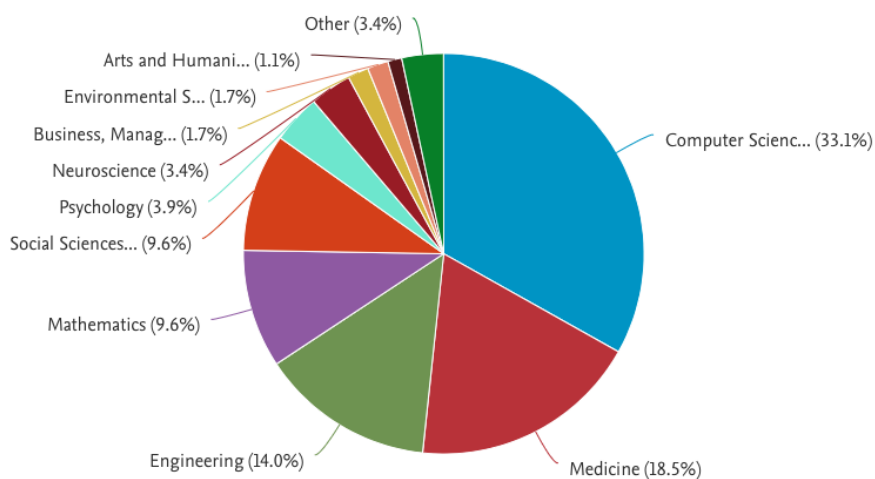


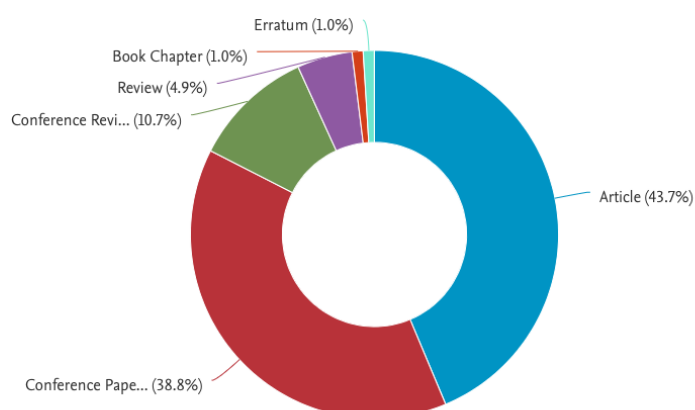
Figura 15 – Documentos por local de publicação (Fonte: *Analised search results* (SCOPUS, 2022))

e área de publicação. Em síntese, não foi aplicado nenhum filtro nos atributos citados anteriormente para as publicações obtidas a partir da *string* de busca.

Documents by subject area

Figura 16 – Documentos por área de conhecimento (Fonte: *Analised search results* (SCOPUS, 2022))

Documents by type

Figura 17 – Documentos por tipo de publicação (Fonte: *Analised search results* (SCOPUS, 2022))

Dos 114 artigos no total, obtidos através da *string*, 51 foram estudados e passaram pela extração de dados. A exclusão foi feita com base nos critérios de inclusão, exclusão e qualidade, elucidados no protocolo presente no apêndice A e também nas tabelas 11 e 12. É possível conferir maiores detalhes dos filtros aplicados na primeira e segunda etapa do mapeamento respectivamente nas figuras 18 e 19. Na tabela B.1 encontram-se os artigos que passaram pelos filtros.

Maiores informações sobre o uso de cada critério de inclusão e exclusão estão presentes nas figuras 20 e 21. A distribuição da análise de qualidade dos artigos mostrou-se diversa e satisfatória para os autores. Percebe-se que os dados estão distribuídos de maneira a preencher todas as seções de qualidade.

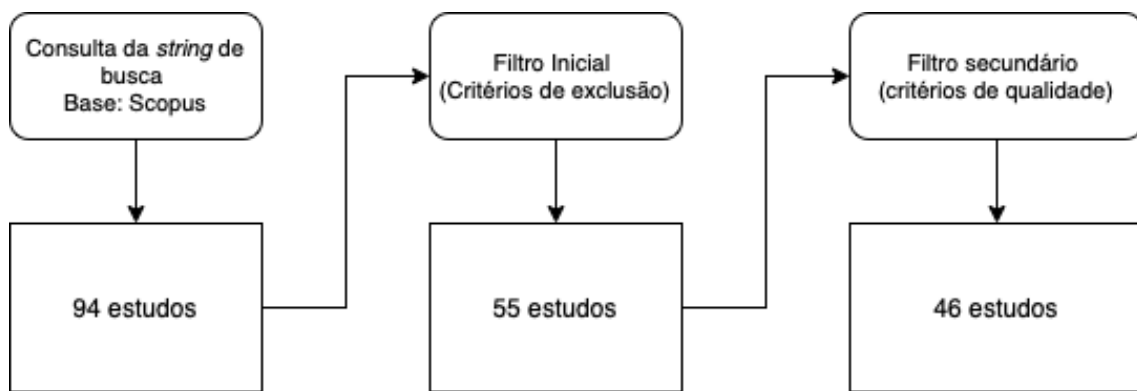


Figura 18 – Fluxo de filtragem de artigos na primeira realização do mapeamento (Fonte: Autoria própria)



Figura 19 – Fluxo de filtragem de artigos na segunda realização do mapeamento (Fonte: Autoria própria)

Tabela 11 – Quantidade de artigos por critério de exclusão

ID	Critério	Quantidade de artigos	Porcentagem
CE01	A publicação é duplicada	13	2%
CE02	A publicação já existe em uma versão mais recente	2	4%
CE03	A publicação não apresenta nenhum conceito relevante para a pesquisa	18	31%
CE04	A publicação não pode ser acessada via portal CAPES	11	23%
CE05	A publicação não pode ser acessada via portal CAPES	10	21%
CE06	A pesquisa não obteve score o suficiente para ser avaliada	9	19%

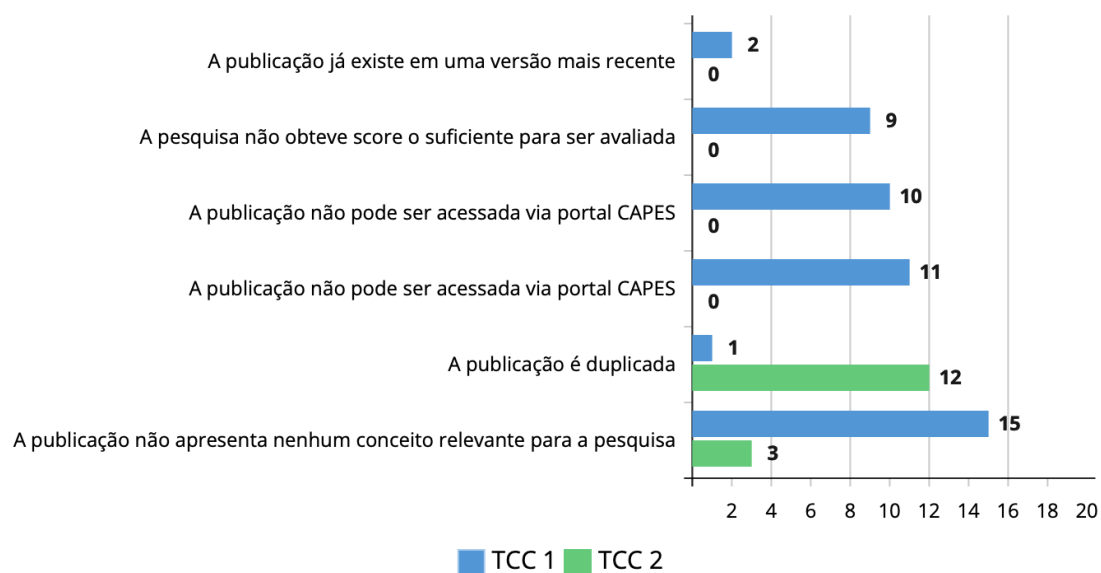


Figura 20 – Relação dos artigos retirados por critério de exclusão (Fonte: Autoria própria)

Tabela 12 – Quantidade de artigos por critério de inclusão

ID	Critério	Quantidade de artigos	Porcentagem
CI01	A publicação aborda a fase de elicitação e desenho do jogo sério	6	9%
CI02	A publicação aborda os atributos de qualidades do jogo sério (ex: usabilidade, atratividade)	1	2%
CI03	A publicação apresenta alguma relação importante entre dois fatores (ex: usabilidade e efetividade, usabilidade e motivação)	3	7%
CI04	A publicação apresenta conceitos importantes para a pesquisa (ex: requisitos para jogos sérios, desenho de jogos sérios, elicitação de requisitos, usabilidade de jogos sérios)	3	7%
CI05	A publicação é útil para a extração de dados	14	28%
CI06	A publicação responde uma ou mais questões de pesquisa	2	4%
CI07	A publicação se trata do desenvolvimento de um jogo sério, portanto pode conter informações relevantes para o MSL	22	43%

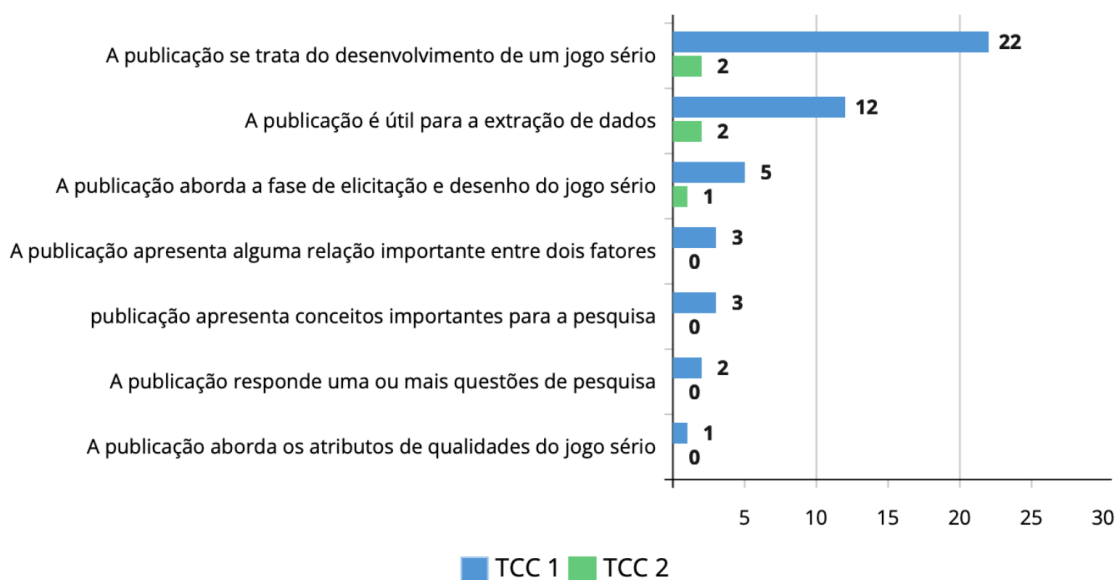


Figura 21 – Relação dos artigos incluídos por critério de inclusão (Fonte: Autoria própria)



Tabela 13 – Artigos mapeados

ID	Título	Critério	Pontuação
E01	A 3D rhythm-based serious game for collaboration improvement of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) (2021) ( <a href="#">GIANNARAKI et al., 2021</a> )	CI07	9
E02	ADDventurous Rhythmical Planet: A 3D Rhythm-Based Serious Game for Social Skills Development of Children with ADHD ( <a href="#">GIANNARAKI et al., 2019</a> )	CI07	3.5
E03	A serious game to improve human relationships in patients with neuro-psychological disorders ( <a href="#">BARTOLOMÉ; ZORRILLA; ZAPIRAIN, 2010</a> )	CI07	8.5
E04	A Cognitive-Sensory-Motor Gamepad for Therapy of Children with ADHD ( <a href="#">MAHMOODI et al., 2019</a> )	CI05	4
E05	A diagnostic tool on time perception of children with ADHD ( <a href="#">GONGSOOK et al., 2013</a> )	CI06	3.5
E06	A secure mHealth application for attention deficit and hyperactivity disorder ( <a href="#">RODRÍGUEZ-PÉREZ et al., 2020</a> )	CI07	2.5
E07	A serious game for solving mathematical problems for children with ADHD [Un juego serio para la solución de problemas matemáticos para niños con TDAH] ( <a href="#">CALLEROS; GARCÍA; RANGEL, 2019</a> )	CI02	8.5
E08	A Study of the Attention Measurement Variables of a Serious Game as a Treatment for ADHD ( <a href="#">ROH; LEE, 2014b</a> )	CI03	4.5
E09	A Virtual Reality based serious game to aid in the literacy of students with intellectual disability: Design principles and evaluation ( <a href="#">VASCONCELOS et al., 2020</a> )	CI04	6.5

ID	Título	Critério	Pontuação
E10	Adaptive tele-therapies based on serious games for health for people with time-management and organisational problems: preliminary results (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014)	CI07	3
E11	An iPad-based tool for improving the skills of children with attention deficit disorder (WROŃSKA; GARCIA-ZAPIRAIN; MENDEZ-ZORRILLA, 2015)	CI03	3
E12	Antonyms: A computer game to improve inhibitory control of impulsivity in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) (CREPALDI et al., 2020a)	CI07	2.5
E13	ChillFish: A respiration game for children with ADHD (SONNE; JENSEN, 2016)	CI07	7
E14	Efficacy of a virtual reality biofeedback game (deep) to reduce anxiety and disruptive classroom behavior: Single-case study (BOSENBRÖEK et al., 2020)	CI05	2
E15	Combined Approach to Diagnose ADHD: Gamifying Conners Rating Scale (KHALEGHI et al., 2019)	CI01	3.5
E16	COSA: Contextualized and Objective System to Support ADHD Diagnosis (CHEN et al., 2018)	CI05	5
E17	Exploring Learning in Near-Field Communication-Based Serious Games in Children Diagnosed with ADHD (AVILA-PESANTEZ et al., 2020)	CI07	7.5
E18	Development and User Satisfaction of "Plan-It Commander," a Serious Game for Children with ADHD (BUL et al., 2015)	CI01	7.5
E19	Development of a 3D tangible-serious game for attention improvement (ROH; LEE, 2014a)	CI07	2
E20	Development of Serious Games for Neurorehabilitation of Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder through Neurofeedback (MACHADO et al., 2019)	CI05	7
E21	Development of virtual reality rehabilitation games for children with attention-deficit hyperactivity disorder (OU et al., 2020)	CI07	5.5
E22	Designing MIND PRO Working Memory Game and evaluating its effectiveness on working memory in ADHD children (AGHDAM; ALAVI, 2019)	CI05	4
E23	Developing an educational programming game for children with ADHD (GALEOS; KARPOUZIS; TSATIRIS, 2020)	CI07	9
E24	Digital attention-related augmented-reality game: Significant correlation between student game performance and validated clinical measures of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) (KESHAV et al., 2019)	CI05	5.5
E25	Effectiveness of EmoGalaxy Video Game on Social Skills of Children with ADHD (HAKIMIRAD et al., 2019)	CI05	4

ID	Título	Critério	Pontuação
E26	Gamification in the e-Learning Process for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) (PUTRA et al., 2018)	CI07	4.5
E27	Health state utilities for childhood attention-deficit/hyperactivity disorder based on parent preferences in the United Kingdom (SECNIK et al., 2005)	CI05	5
E28	How effective is fine motor training in children with ADHD? A scoping review (LELONG et al., 2021)	CI05	5.5
E29	Interactive interface and serious game for the detection of deficiencies in cognitive functions in preschool children. (SÁNCHEZ-MORALES; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2018)	CI07	4.5
E30	Keep attention: A personalized serious game for attention training (HOCINE; AMEUR; ZIANI, 2019)	CI04	5
E31	Mediation criteria for interactive serious games aimed at improving learning in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) (COMA-ROSELLÓ et al., 2020)	CI07	5.5
E32	Mobile devices and systems in ADHD treatment (ALVES et al., 2020)	CI05	2.5
E33	Narratives and sensor driven cognitive behavior training game platform (PARK et al., 2016)	CI07	4
E34	Personalized Serious Games for Self-regulated Attention Training (HOCINE, 2019)	CI04	5
E35	Quantifying Brain Activity State: EEG analysis of Background Music in A Serious Game on Attention of Children (SOYSAL; KIRAN; CHEN, 2020)	CI03	6
E36	Serious game-based intervention for children with developmental disabilities (KOKOL et al., 2020)	CI05	1.5
E37	Serious games and their effect improving attention in students with learning disabilities (GARCÍA-REDONDO et al., 2019)	CI05	5.5
E38	Supervising Biofeedback-based serious games (BODOLAI et al., 2015)	CI06	4.5
E39	Supporting rehabilitation of ADHD children with serious games and enhancement of inhibition mechanisms (CREPALDI et al., 2017)	CI01	7
E40	The Research of Cognitive Rehabilitation Training System for ADHD Children (CHEN et al., 2020)	CI07	2
E41	The Use of a Serious Game to Assess Inhibition Mechanisms in Children (CREPALDI et al., 2020b)	CI07	8.5
E42	Towards the improvement of ADHD children through augmented reality serious games: Preliminary results (AVILA-PESANTEZ et al., 2018)	CI07	5

ID	Título	Critério	Pontuação
E43	Trends, Limits, and Challenges of Computer Technologies in Attention Deficit Hyperactivity Disorder Diagnosis and Treatment (ALVES et al., 2022)	CI05	6
E44	Using serious games to (Re)train cognition in adolescents (BOENDERMAKER et al., 2017)	CI01	8.5
E45	UvaMate: A serious game for learning mathematics for children with ADHD: Usability evaluation [“UvaMate”, un juego serio para el aprendizaje de matemáticas para niños con TDAH: Evaluación de usabilidad] (CALLEROS; GARCÍA; RANGEL, 2020)	CI07	10
E46	VERA: Virtual Environments Recording Attention (DELVIGNE et al., 2020)	CI07	7
E47	COMPLEXITY and MEMORY-BASED COMPARISON of the BRAIN ACTIVITY between ADHD and HEALTHY SUBJECTS while PLAYING A SERIOUS GAME (DAWI et al., 2021)	CI01	7
E48	Comparison of the effectiveness of cognitive rehabilitation programs of Brain training and Cogni plus on cognitive skills of students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (HAJIHEIDARY et al., 2020)	CI07	4
E49	BRAVO: A gaming environment for the treatment of ADHD (BARBA et al., 2019)	CI05	5
E50	Behavioral outcome effects of serious gaming as an adjunct to treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A randomized controlled trial (BUL et al., 2016)	CI07	6
E51	Adaptive cognitive rehabilitation interventions based on serious games for children with ADHD using biofeedback techniques: Assessment and evaluation (FRUTOS-PASCUAL; ZAPIRAIN; BULDIAN, 2014)	CI05	5

## B.2 Transparência de dados

O fichamento da extração de dados da base *Scopus*, realizado no TCC 1, pode ser acessado [clikando aqui](#). O fichamento realizado durante o TCC 2, com estudos encontrados na base *WoS*, pode ser encontrado [clikando aqui](#)