

CATCOMPEDU - Elaboração de um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para o Desenvolvimento de Jogos Digitais para o ensino de Computação – Anos Iniciais

Alexssandro Morgenroth^[0009–0008–2111–1187], Victor Francisco Araya Santander^[0000–0002–0584–4777]

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
CEP 85819-110 – Cascavel – PR – Brasil
`alexssandro.morgenroth@unioeste.br`, `victor.santander@unioeste.br`

Abstract. Como qualquer outro *software*, os jogos digitais devem ser desenvolvidos com base em modelos de sistemas. Assim, a aplicação de técnicas da Engenharia de Requisitos é fundamental para garantir a qualidade e a agilidade na construção desses produtos, cada vez mais demandados pelo mercado do entretenimento e âmbito educacional. Considerando a abordagem de desenvolvimento de Jogos Digitais, a perspectiva da Engenharia de Requisitos e o ensino de Computação plugada para estudantes de 6 a 10 anos, este projeto de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um catálogo de Requisitos Não-Funcionais para o desenvolvimento de Jogos Digitais Educacionais para o ensino de Computação nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Como base teórica privilegiaram-se os pressupostos teóricos, legais e pedagógicos que sustentam a implementação da Computação na Educação Básica brasileira, para esta pesquisa, será enaltecida a etapa dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, fazem parte da fundamentação, as definições e classificações, multidisciplinaridade e as arquiteturas do Desenvolvimento de Jogos Digitais. A estruturação do catálogo será baseada no NFR *Framework*.

Keywords: NFR-*Framework*, Catálogo de Requisitos Não-Funcionais, Jogos Digitais, Ensino de Computação, Anos Iniciais.

1 Introdução

Vivemos em um mundo cada vez mais digital, onde a tecnologia permeia as diferentes esferas da vida social, cultural e econômica. A computação, antes vista como uma área restrita a poucos, tornou-se uma habilidade essencial para todos [1]. Neste sentido, em diversos países, o ensino de Computação na Educação Básica já está plenamente integrado ao currículo [2–5].

No Brasil, após várias discussões e debates, os quais foram norteados principalmente pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) [6], somente em

03 de outubro de 2022 foi homologado a resolução que define as Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [7]. Neste sentido, a política nacional curricular do país [8] foi ampliada com a inclusão do documento intitulado Computação - Complemento à BNCC. Com essa atualização, o ensino de computação torna-se um direito de aprendizagem para todos os alunos da Educação Básica. A implantação regular do ensino de Computação na Educação Básica brasileira exige a superação de inúmeros obstáculos, dentre os quais se destaca a necessidade urgente de desenvolver materiais e recursos inovadores alinhados com as demandas da atualidade. A partir do documento apresentado em [7] foi possível evidenciar dois principais encaminhamentos, sendo: a Computação Desplugada e a Computação Plugada. A primeira trata de encaminhamentos pedagógicos, nos quais os conceitos de computação são vivenciados sem o uso de dispositivos eletrônicos. Já a segunda, o processo de ensino e aprendizagem de computação está atrelado ao uso e ao desenvolvimento de jogos digitais, construção de games, gamificação e recursos didáticos digitais.

Em relação aos Jogos Digitais compreendidos como um tipo de *software*, apresentam especificidades em sua produção e suas características como um produto. Para a Engenharia de Software, o desenvolvimento de um produto de *software* abrange um conjunto de três elementos fundamentais – métodos, ferramentas e procedimentos – que possibilita ao gerente o controle do processo de desenvolvimento do *software* [9, p. 31]. Neste sentido, cabe destacar a Engenharia de Requisitos (ER) a qual é fundamental para o desenvolvimento de *software* de sucesso, pois nessa fase é realizada a identificação, análise e documentação de todas as características que o sistema deve possuir [10]. Conforme a classificação proposta pela literatura [10], os Requisitos de Softwares podem ser divididos em duas categorias principais: requisitos funcionais (RF) e requisitos não-funcionais (RNF). Os RF descrevem as funcionalidades que o sistema deve oferecer, as respostas esperadas para determinadas entradas e as ações que o sistema deve realizar em situações específicas. Por outro lado, os RNF impõem limitações e restrições globais que condicionam a implementação dos RF, abrangendo aspectos como desempenho, segurança, usabilidade e compatibilidade [10]. Ainda em relação aos RNF, os mesmos são fundamentais para garantir a qualidade e o sucesso de um projeto de desenvolvimento de Jogos Digitais, pois quando os RNF não são devidamente identificados e documentados, podem surgir vários problemas, como: baixa performance, dificuldades de uso, falta de segurança e maior dificuldade de manutenção. Consequentemente, isso resulta em um produto final que não atende às expectativas dos usuários e dos *stakeholders* envolvidos, além de gerar custos adicionais com retrabalho e correções [11].

Diante deste contexto, o desenvolvimento de Jogos Digitais, como parte do processo de ensino de Computação Plugada, exige um nível de precisão e complexidade técnica. Em relação à sua especificidade, o processo deste tipo de *software* exige compreensão adequada tanto dos requisitos funcionais (RF) quanto dos Requisitos Não-Funcionais (RNF). Como já mencionado, os RNF no contexto de jogos educacionais, englobam aspectos como usabilidade, escalabilidade,

desempenho e segurança, que são determinantes para a qualidade da experiência de aprendizado [11]. Neste sentido, em particular, cabe salientar as disposições apresentadas em [7] [13], as quais embasam as Normas sobre a Computação na Educação Básica, bem como necessidades específicas, como professores do ensino fundamental sem formação em computação [6].

Desta forma, motiva-nos o fato de elaborar, utilizar e validar um catálogo de requisitos não funcionais utilizando o NFR Framework [11], para o domínio de jogos digitais educacionais para o ensino da computação nos anos iniciais do ensino fundamental. Vislumbra-se que este catálogo deve conter os requisitos não funcionais específicos desse domínio, considerando os diversos stakeholders envolvidos bem como legislação associada. Também pretende-se explorar potenciais meios de operacionalização desses requisitos, permitindo que stakeholders possam fazer escolhas baseados nas contribuições e correlações modeladas no catálogo.

Assim, considerando a abordagem de desenvolvimento de Jogos Digitais, a perspectiva da Engenharia de Requisitos e o ensino de Computação plugada para estudantes de 6 a 10 anos, o projeto de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um catálogo de Requisitos Não-Funcionais para o desenvolvimento de Jogos Digitais Educacionais para o ensino de Computação nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Este artigo apresenta na seção 2, o referencial teórico para o desenvolvimento do trabalho. A seção 3 apresenta os trabalhos relacionados com o tema escolhido, a seção 4 aborda a metodologia utilizada e o estado atual do estudo, enfatizando seus processos e protocolos. Por fim, na seção 5, são realizadas as considerações esperadas e perspectivas futuras.

2 Referencial Teórico

Para este projeto de pesquisa, será enaltecido a etapa dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Assim, temos como documentos oficiais do ensino de Computação: as Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica [12]; Parecer CNE/CEB nº 2/2022, a resolução que define as Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [7] e Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC [13]. Nesse contexto, a elaboração do catálogo de requisitos Não-Funcionais será alinhada às características e à estrutura definida nos documentos oficiais da Computação - Complemento à BNCC, especificamente na etapa do Ensino Fundamental - Anos Iniciais.

O desenvolvimento de Jogos Digitais é interdisciplinar, pois abrange áreas como arte, música, gráficos, programação, legislação, dentre outras. Dessa forma, pode-se afirmar a complexidade e a necessidade de diferentes *stakeholders* envolvidos no processo de elicitação e especificação de requisitos neste domínio. Para [14], o projeto e desenvolvimento de jogos, ainda necessita de formalismos e metodologias de modo a otimizar, agilizar e profissionalizar o processo de

desenvolvimento dos mesmos. Enquanto a maioria das técnicas tradicionais de desenvolvimento de *software* focam principalmente nos requisitos funcionais que um sistema deve oferecer, o NFR *Framework* adota uma perspectiva diferente. Ele utiliza RNF, como segurança, precisão, performance e custo, como ponto de partida para o projeto. Ao fazer isso, o *Framework* permite que esses aspectos cruciais sejam considerados em todas as etapas do desenvolvimento, desde a concepção até a implementação final. Considerando o escopo desta pesquisa, com a utilização do NFR *Framework*, será possível classificar RNF de forma precisa e consistente, graças à sua taxonomia formal. Além disso, a representação gráfica desse *Framework* permite visualizar as relações entre os diferentes requisitos, facilitando a análise e a identificação de possíveis conflitos e ambiguidades. Neste sentido, para registrar os conhecimentos sobre os Requisitos Não-Funcionais, o NFR *Framework* propõe o uso do *Softgoal Interdependency Graph (SIG)*. Nesse modelo, os RNFs são representados por "*softgoals*", metas que, por sua natureza, são mais flexíveis e difíceis de quantificar.

3 Trabalhos Relacionados

Existem outros trabalhos publicados que abordam a criação de catálogos para o levantamento de Requisitos Funcionais e Não-funcionais para desenvolvimento de *software* que envolvem Jogos Digitais.

A pesquisa descrita em [16], apresenta um catálogo de requisitos funcionais e não-funcionais para auxiliar o desenvolvimento de *software* educacionais voltados para a área do varejo. O trabalho apresentado em [17], busca investigar aspectos de gamificação para o contexto de software educacional e, assim, desenvolver um catálogo de requisitos da gamificação, como uma abordagem da engenharia de requisitos para o auxílio no desenvolvimento de softwares educacionais. Em relação ao estudo apresentado em [18], propõe-se um conjunto de requisitos pedagógicos fundamentados em teorias e/ou métodos de aprendizagem. Além disso, também é ressaltado uma lista de requisitos técnicos, os quais foram identificados e incluídos para auxiliar no desenvolvimento de *software* educacionais. Por outro lado, a pesquisa descrita em [19], auxilia no processo de levantamento de requisitos, na documentação das escolhas e de novas ideias, bem como no processo de avaliação de *softwares* ditos educativos gamificados.

No entanto, estes trabalhos não consideram na elaboração dos catálogos, as novas leis vigentes relacionadas as normas do ensino da Computação na Educação Básica e tampouco a demanda de estudantes de 6 a 10 anos de idade (anos Iniciais do Ensino Fundamental), cujas características de usabilidade, privacidade, segurança, dentre outras, são bastantes específicas e devem ser consideradas na elaboração de jogos educacionais digitais.

4 Metodologia e Estado Atual do Trabalho

A metodologia de elaboração do CATCOMPEDU foi organizada e estruturada em 3 etapas, sendo: Levantamento, Desenvolvimento e Avaliação.

Na primeira etapa de levantamento, para investigar e identificar os RNF para o domínio proposto, serão utilizados os documentos oficiais do ensino da computação na educação básica, um *Survey* [20] utilizando questionário e entrevista como instrumento de pesquisa com professores que ensinam computação nos Anos Iniciais e a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A RSL está sendo executada de acordo com [15]. Neste sentido, uma RSL deve conter três fases, sendo: Planejamento, Condução e Relato da Revisão. Em relação ao planejamento, são definidos os objetivos claros e concisos, as questões que a pesquisa busca responder, as palavras-chave e sinônimos mais adequados para a *String* de busca em bases de dados específicas. Além disso, estabelecem-se critérios rigorosos para inclusão e exclusão de estudos, bem como indicadores de qualidade para avaliar sua relevância [15]. Por fim, definem-se os dados a serem extraídos dos artigos selecionados, garantindo que as informações coletadas sejam relevantes para responder às questões de pesquisa. Na etapa de condução, as buscas nas bases de dados escolhidas são realizadas de acordo com o planejamento inicial. Após a importação dos resultados, inicia-se um processo de triagem, no qual os títulos, palavras-chaves e resumos dos artigos são analisados à luz dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Para o desenvolvimento da RSL, foi escolhida a ferramenta *Parsifal*, utilizada por pesquisadores para realizar revisões e mapeamentos sistemáticos da literatura no contexto da Engenharia de *Software* e outras áreas.

As questões de pesquisa da RSL são: Quais Requisitos Não-Funcionais devem ser levados em consideração em projetos de desenvolvimento de Jogos Digitais? Como os Requisitos Não-Funcionais são apresentados no desenvolvimento de Jogos Digitais? Quais são os *tradeoffs* entre requisitos não-funcionais relatados nos estudos encontrados? Quais abordagens são aplicadas especificamente no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino da computação na educação básica (ensino fundamental – anos iniciais)?.

Para a criação da String de busca base, foi utilizado o encaminhamento do PICOC com os seguintes parâmetros: Desenvolvimento de Jogos Digitais como População; Engenharia de Software e Engenharia de Requisitos como Intervenção; não se aplica Comparação, Requisitos Não-Funcionais como Resultado e Computação na Educação Básica (Anos Iniciais) como contexto. Assim, resultando na seguinte string de busca: (“requirement” OR “requirement engineering” OR “Software engineering”) AND (“non-functional requirement” OR "nonfunctional requirement") AND ("educational software" OR "software") AND (“learning environment” OR “learning” OR “game based learning” OR “game thinking” OR “educational games” OR “digital games” OR “game engine” OR “games design document” OR “computational thinking”). As bases selecionadas para execução da RSL foram: *ACM Digital Library* *El Compendex*, *IEEE Digital Library*, *ISI Web of Science* e *Scopus*, *WER Repository* e *SBC OpenLib*.

Como critérios de inclusão e exclusão selecionados formas: Inclusão - Estudos com publicações com conteúdo disponível na íntegra; Estudos nos idiomas inglês, espanhol ou português; Estudos primários; Estudos que tratam de desenvolvimento de Jogos Digitais e Estudos que tratam de requisitos não-funcionais.

Exclusão - Estudos duplicados; Estudos secundários ou terciários; Literatura cinza (teses ou dissertações); O estudo não apresenta nenhum conceito relevante para a pesquisa e Tutoriais, informativos ou artigos de posicionamento pessoal.

Além dos critérios de inclusão e exclusão, os estudos serão submetidos a uma avaliação de qualidade, tendo como Critério de Qualidade (CQ) as questões: O estudo apresenta a conceitualização e refinamento dos RNF abordados? O estudo apresenta a linguagem ou framework utilizado para desenvolvimento de software? O estudo apresenta algum processo de desenvolvimento de jogo digital? O estudo apresenta a finalidade (área de conhecimento) do desenvolvimento do software? O software apresenta requisitos não funcionais específicos para o ensino de computação? Assim, os artigos receberão uma pontuação parcial para cada critério de qualidade estabelecido. Os scores serão atribuídos da seguinte forma: 1.0 para "Sim", 0.5 para "Parcialmente" e 0.0 para "Não".

Embora a pesquisa encontra-se em estágio inicial, atualmente tem-se planejado que na etapa de Desenvolvimento, com os RNF identificados a partir da RSL, *Survey* com especialistas do domínio e dos documentos oficiais do ensino da computação na educação básica, a construção do catálogo terá como técnica de Engenharia de Software o NFR *Framework* [11]. Para a etapa de avaliação do CATCOMPEDU está previsto submeter à análise de especialistas e avaliação de jogos digitais utilizados pelos professores que ensinam computação. Para essa avaliação serão utilizados os princípios da engenharia de software experimental [20].

Em relação ao estado atual do trabalho, os testes com a string de busca já foram realizados nas bases de dados escolhidas para o estudo. A importação resultou em 1953 estudos. Assim, o processo de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão está em andamento, sendo mediado pelo *Parsifal* através da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves. Um resumo do protocolo pode ser consultado e outros documentos da pesquisa serão disponibilizados na plataforma *Zenodo* [21].

5 Contribuições Esperadas

A criação de um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais auxiliará no processo de descoberta das reais necessidades dos diferentes *stakeholders* envolvidos diretamente e/ou indiretamente do processo de desenvolvimento de Jogos Digitais para o ensino de Computação no Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, espera-se que o catálogo seja instrumento e colocado em prática no desenvolvimento e avaliação de jogos para o ensino de computação nas séries iniciais da educação básica.

References

1. WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33–35, (2006). <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

2. VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista E-curriculum*, v. 14, n. 3, p. 864–897, (2016). <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051/20655>.
3. BRACKMANN, C. et al. Computational thinking: Panorama of the americas. In: IEEE. (2016). <https://doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751839>
4. RAABE, A. L. A.; BRACKMANN, C. P.; CAMPOS, F. R. Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental. São Paulo: CIEB, (2018).
5. LEMOS, A. S.; FREITAS, D. C. de. Ensino da ciência da computação na educação básica: O que alguns países de fala espanhola estão fazendo, e o que podemos fazer no brasil. In: Workshop de Informática na Escola (WIE). Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE). [S.l.: s.n.], (2017). <https://doi.org/10.5753/cbie.wcie.2017.873>
6. RIBEIRO, L. et al. Diretrizes da sociedade brasileira de computação para o ensino de computação na educação básica. (2019).
7. BRASIL. Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à Base Nacional Comum Curricular. Brasília: [s.n.], (2022). <http://portal.mec.gov.br/pec-g/33371-cne-conselho-nacional-de-educacao/90991-parecer-ceb-2022>.
8. BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. [S.l.]: Ministério da Educação, (2018). <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>.
9. PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software-7. [S.l.]: Amgh Editora, (2009).
10. KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. Requirements engineering: processes and techniques. New York: John Wiley Sons, (1998).
11. CHUNG, L. et al. Non-functional requirements in software engineering. [S.l.]: Springer Science Business Media, (2012).
12. SBC, S. d. C. Diretrizes para ensino de computação na educação básica. (2019).
13. BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Brasília: Conselho Nacional de Educação, (2022). <http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2022-pdf/241671-rceb001-22/file>.
14. SILVA, I. C. S.; BITTENCOURT, J. R. Game thinking is not game design thinking! uma proposta de metodologia para o projeto de jogos digitais. *Proceedings of the XV SBGames*, p. 295–304, (2016).
15. KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. et al. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. [S.l.]: UK, (2007).
16. OLIVEIRA, Micaías Paiva de. EDURETAIL: Um catálogo de requisitos para auxiliar o desenvolvimento de softwares educacionais voltados para a área do varejo. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, (2017).
17. PEIXOTO, Mariana Maia. Gamificação para softwares educacionais: um catálogo de requisitos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, (2016).
18. DUQUE, M. C. Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Softwares Educativos Gamificados. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, (2016).
19. HENRIQUE, M. S. EDUCATALOG4RE: um catálogo de requisitos para auxiliar o desenvolvimento softwares educacionais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, (2016).
20. WOHLIN, C. et al. Experimentation in software engineering springer, (2012).
21. Protocolo da RSL. 2025. Disponível em: <https://zenodo.org/records/15531820>, Acesso em 27 de maio de 2025.