

Catálogo de Requisitos Não Funcionais Para Apoiar o Design de Estéticas para Jogos Digitais

Title: Catalog of Non-Functional Requirements to Support the Design of Aesthetics for Digital Games

Rafael Felipe Colloca Carrion, Tadeu Moreira de Classe^(orientador),
Henrique Prado de Sa Sousa^(coorientador)

¹Grupo de Pesquisa em Jogos para Contextos Complexos (JOCCOM)
Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

rafael.carrion@edu.unirio.br, {tadeu.classe,hsousa}@uniriotec.br

Abstract. Introduction: Aesthetics in digital games encompass sensory, narrative, and emotional elements that influence player immersion, engagement, and perception. However, in the game design process, existing approaches tend to systematize mechanics and software, leaving aesthetics in a secondary role. **Objective:** Thus, this dissertation proposes a catalog of non-functional aesthetic requirements to support developers in analyzing and improving the aesthetic quality of digital games. **Methodology or Steps:** The work is grounded in the MDA framework, the Elemental Tetrad, the GUESS theory, and a systematic literature review. Based on these foundations, aesthetic qualities were elicited and a catalog was structured according to the Goal-Question-Operationalization (GQO) method, with validations involving experts and students. **Results:** The catalog comprises 196 objective questions distributed across aesthetic dimensions, supporting the verification of relevant elements during development. The results indicate potential for practical, systematic, and reproducible application across different contexts. **Keywords** Digital Games, Non-Functional Requirements, Catalog, Aesthetics.

Resumo. Introdução: A estética em jogos digitais envolve elementos sensoriais, narrativos e emocionais que influenciam a imersão, o engajamento e a percepção do jogador. Contudo, no processo de game design, as propostas existentes tendem a sistematizar mecânicas e software, deixando a estética em segundo plano. **Objetivo:** Assim, a dissertação propõe um catálogo de requisitos não funcionais de estética para apoiar desenvolvedores na análise e melhoria da qualidade estética de jogos digitais. **Metodologia ou Etapas:** O trabalho fundamentou-se no framework MDA, na Tétrade Elemental, na teoria GUESS e em uma revisão sistemática da literatura. A partir desses referenciais, foram elicítadas qualidades estéticas e foi estruturado um catálogo segundo o método Goal-Question-Operationalization (GQO), com validações envolvendo especialistas e estudantes. **Resultados:** O catálogo reúne 196 questões objetivas, distribuídas em dimensões estéticas, auxiliando na verificação de elementos relevantes durante o desenvolvimento. Os resultados indicam potencial de aplicação prática, sistemática e reproduzível em diferentes contextos.

Palavras-Chave Jogos Digitais, Requisitos Não Funcionais, Catálogo, Estética.

1. Introdução

Os jogos fazem parte da vida humana desde os primórdios da civilização, atuando como ferramentas de socialização, entretenimento e aprendizagem [Huizinga 1955]. Com a

revolução digital, surgiram os jogos digitais, consolidando-se como forma de expressão cultural e artística, além de impactarem a indústria do entretenimento e a economia global [Kaur e Behki 2024]. A partir da década de 1990, tecnologias como gráficos 3D, inteligência artificial, aprendizado de máquina e gráficos realistas ampliaram sua complexidade e possibilitaram aplicações em contextos além do entretenimento [Mudryk 2024].

O desenvolvimento de jogos digitais é uma prática multidisciplinar que integra programação, design, narrativa e arte digital. Embora na indústria os termos “arte” e “estética” sejam frequentemente associados à experiência visual do jogador, no contexto acadêmico a estética é compreendida de forma mais ampla, envolvendo elementos sensoriais, perceptivos e emocionais [Santaella 2017, Niedenthal 2009]. A estética desempenha papel fundamental na imersão e no engajamento, pois escolhas como paleta de cores e design sonoro influenciam emoções, intensificam experiências e contribuem para a narrativa, conectando o jogador ao mundo do jogo em níveis mais profundos [Ramirez Gomez e Lankes 2021, Kehm 2022, Atkinson e Parsayi 2021]. Portanto, a estética nos jogos digitais é a camada inicial de interação, influenciando a experiência do jogador e podendo aumentar satisfação, engajamento e desempenho cognitivo [Schlüter et al. 2021, Casanova et al. 2009].

Uma vez que jogos digitais são softwares, a estética pode ser compreendida como Requisitos Não Funcionais (RNF), devido à sua falta de clareza conceitual e à complexidade de sua definição e avaliação, características comuns a outros RNFs, como desempenho, segurança e usabilidade [Chung e do Prado Leite 2009, Jarzębowicz e Weichbroth 2021]. Nos jogos digitais, a estética desempenha papel significativo, pois sua ausência pode comprometer severamente a experiência do jogador [Saadatmand e Tahvili 2015]. Assim, para formalizá-la como RNF, é necessário compreendê-la como uma característica qualitativa abstrata, composta por diferentes elementos inter-relacionados que podem contribuir positivamente ou negativamente entre si.

Porém, em diversos estudos e processos de game design, observa-se que os elementos de estética frequentemente não são desenvolvidos de maneira planejada ou sistemática como mecânicas e outros elementos de software, carecendo de um processo padronizado que possa garantir a identificação adequada dos requisitos [Niedenthal 2009]. Assim, o objetivo principal da pesquisa foi: **Elaborar um catálogo de requisitos de estética para jogos digitais, como ferramenta para auxiliar os desenvolvedores no processo de *game design* e desenvolvimento do jogo**

2. Relevância e Originalidade

No desenvolvimento dos jogos digitais, a qualidade estética desempenha um papel essencial na construção da experiência do jogador [Ramirez Gomez e Lankes 2021], indo além de aspectos visuais e sonoros, atuando diretamente na interação, orientação e imersão durante a jogabilidade [Ramirez Gomez e Lankes 2021, Goethe e Goethe 2019, Atkinson e Parsayi 2021]. Diferente de outras mídias, sua natureza interativa torna cada escolha estética capaz de influenciar a forma como o jogador percebe e se relaciona com o sistema [Goethe e Goethe 2019].

Apesar dessa relevância, ainda há uma lacuna significativa na literatura e na prática: faltam abordagens sistemáticas que integrem a estética ao processo de desenvolvimento de jogos. A área carece de métodos estruturados, e a relação entre estética e engenharia de requisitos permanece pouco explorada, em grande parte devido à subjetividade envolvida e à dificuldade de formalização [Niedenthal 2009, Saroja e Haseena 2023]. Como consequência, decisões estéticas são frequentemente guiadas por intuição, especialmente em contextos com

pouca especialização.

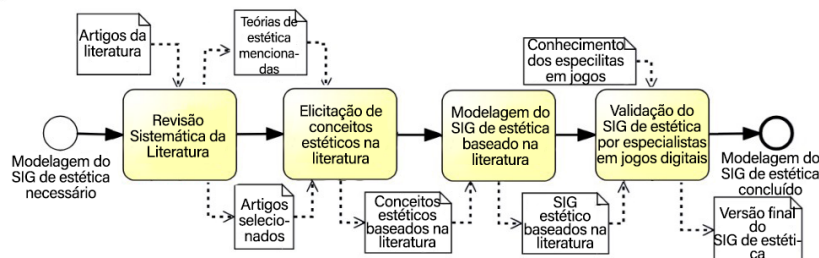
Diante disso, a principal contribuição e originalidade da pesquisa estão na proposição de uma abordagem estruturada para tratar a estética como requisito, por meio de um catálogo de requisitos não funcionais que organiza e operacionaliza aspectos estéticos. Essa proposta oferece suporte prático à tomada de decisão, promovendo apoio a um processo de design mais consciente, sistemático e reproduzível, especialmente relevante para desenvolvedores sem especialistas na área [Chung e Prado Leite 2009, Saroja e Haseena 2023].

3. Metodologia e Enfoque de Solução

Como metodologia de pesquisa, uma vez que se baseava na construção de um artefato para um contexto-problema real, usou-se a *Design Science Research Methodology (DSRM)* [Peppers et al. 2007].

O catálogo de requisitos de estética foi definido como o artefato central desta pesquisa por possibilitar a eliciação, organização e formalização de conceitos estéticos frequentemente tratados de forma tácita ou intuitiva no desenvolvimento de jogos digitais¹. Para sua construção, utiliza-se inicialmente o grafo SIG (*Softgoal Interdependency Graph*), que permite modelar requisitos não funcionais (NFRs) e suas relações de interdependência, tornando aspectos abstratos da estética mais concretos e aplicáveis à prática de desenvolvimento. Esse processo foi organizado em quatro etapas principais: 1) revisão da literatura, 2) eliciação dos NFRs, 3) modelagem do grafo SIG, 4) operacionalização do catálogo e 5) avaliação do SIG, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Etapas da modelagem do SIG



Na primeira etapa, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura [Carrion e Classe 2024], para identificar aspectos e desafios da estética em jogos digitais. Dos 758 artigos encontrados, 18 foram selecionados. Como complemento, aplicou-se *snowballing* para incorporar teorias estéticas consolidadas e fortalecer a eliciação dos requisitos.

Na segunda etapa, a eliciação dos requisitos de estética baseou-se nos achados do MSL [Carrion e Classe 2024] e em três teorias centrais de jogos digitais — MDA [Hunicke et al. 2004], GUESS [Phan et al. 2016] e a Tétrade Elemental [Schell 2020]. Diante da escassez de estudos que tratem a estética como RNF, foi necessário interpretar essas teorias para derivar qualidades estéticas e estruturar os requisitos. Como resultado, foi elaborada a relação entre requisitos e suas fontes (Tabela 1) e desenvolvido um SIG inicial com apoio de especialistas em desenvolvimento de jogos e engenharia de requisitos (etapa 3 - Figura 2).

Por fim, a partir da modelagem do grafo SIG, foi feita a operacionalização do catálogo (etapa 4). Uma vez que, após a definição dos RNFs no nível de Metas (*Goals*), pelo grafo

¹Devido a limitação de espaço, a dissertação completa pode ser acessada em: <https://ppgi.uniriotec.br/download/9442/?tmstv=1777402870>

Tabela 1. NFRs em Teorias e Análise.

NFRs	MDA	Tétade Elemental	GUESS	SIG Inicial dos Especialistas
Ambientação	Sim	Sim	Sim	Sim
Imersividade	Sim	Sim	Sim	Sim
Detalhabilidade	Não	Sim	Não	Sim
Vistosidade	Sim	Sim	Sim	Sim
Sonoridade	Sim	Sim	Sim	Sim
Interatividade	Sim	Sim	Sim	Sim
Narratividade	Sim	Não	Sim	Sim
Expressividade	Sim	Sim	Não	Sim
Variabilidade Emocional	Sim	Não	Não	Não
Sincronibilidade Emocional	Sim	Não	Não	Não
Autenticidade	Não	Não	Não	Sim
Identificabilidade	Não	Não	Sim	Não
Profundidade Emocional	Sim	Não	Não	Não
Usabilidade	Não	Não	Sim	Sim
Customizabilidade	Não	Não	Sim	Sim
Intuitividade	Não	Sim	Sim	Não
Acessibilidade	Não	Não	Sim	Sim
Clareza	Não	Sim	Não	Sim
Responsividade	Não	Não	Sim	Não
Consistência	Sim	Não	Não	Sim

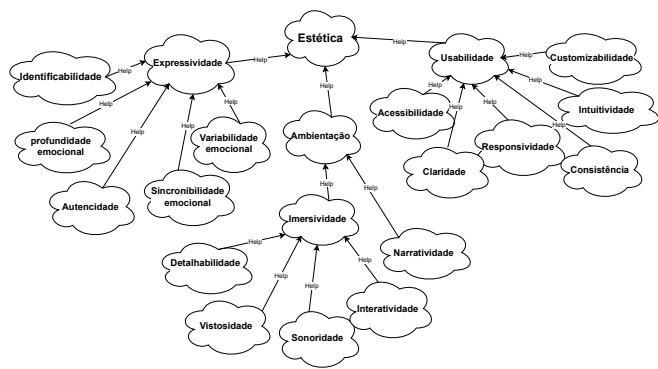


Figura 2. Grafo de Interdependência de Softgoals (SIG).

SIG, foram formuladas as Questões (*Questions*²), segundo o nível do método GQO. Foram desenvolvidas 196 questões estéticas para atuarem como guia para refinar metas abstratas em boas práticas aplicáveis ao domínio de jogos digitais, indicando se o software incorpora características que contribuem para a qualidade estética. Assim, tanto o modelo SIG quanto o catálogo operacionalizado foram validados e avaliados por especialistas de game design (etapa 5).

4. Resultados

Os resultados da avaliação do SIG foram obtidos por meio de entrevistas com seis especialistas em desenvolvimento de jogos digitais e engenharia de requisitos durante o SBGames 2024, com o objetivo de analisar a estrutura e a completude das qualidades estéticas elicitadas e orientar ajustes para a continuidade do catálogo. Os participantes avaliaram seus conhecimentos em desenvolvimento de jogos, estética e engenharia de requisitos por meio de escala Likert, analisaram os ramos principais do grafo separadamente e, posteriormente, o SIG completo. Os resultados indicaram uma avaliação geral positiva para satisfatoriedade com o modelo, sugerindo que o grafo foi considerado relevante, aplicável e adequado à sua finalidade.

Já em relação à operacionalização do catálogo completo, a validação e avaliação com 11 especialistas em áreas como design de jogos digitais e engenharia de requisitos indicaram forte concordância quanto ao conteúdo, completude e objetivos das qualidades do catálogo, reforçando sua consistência e potencial utilidade. As poucas objeções registradas apontam oportunidades de refinamento futuro, enquanto os dados coletados também evidenciaram relações entre competências em estética e os diferentes domínios das qualidades propostas.

Embora algumas questões tenham sido avaliadas por apenas um participante, a presença de ao menos um especialista por área garantiu a cobertura das 196 questões do catálogo. Assim, os resultados sugerem que o artefato é completo, representativo e aplicável como ferramenta estruturada para orientar a análise e o aprimoramento da estética em jogos digitais, podendo tornar-se ainda mais robusto com novas validações.

5. Considerações Finais

A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um catálogo de requisitos de estética que sistematiza aspectos tradicionalmente subjetivos, oferecendo diretrizes práticas para o design de jogos digitais. Esse artefato atua como suporte metodológico para

²Catálogo completo disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.32117782>

desenvolvedores, especialmente aqueles sem especialistas em estética, além de reforçar, no âmbito acadêmico, a importância de tratar a estética como uma dimensão formal na Engenharia de Requisitos, promovendo a integração entre essas áreas. Sendo importante mencionar a publicação de 3 estudos relacionados: [Carrion et al. 2026, Carrion et al. 2025, Carrion e Classe 2024]

Entre as limitações, destaca-se o número restrito de especialistas por área na validação, o que pode impactar a abrangência e profundidade das análises, apesar da cobertura das diferentes especialidades. Além disso, a inclusão de estudantes na amostra pode não refletir totalmente práticas da indústria, e o caráter abrangente do catálogo pode não contemplar especificidades de certos contextos de desenvolvimento, exigindo adaptações.

Como continuidade, propõe-se ampliar a validação com mais especialistas, publicar o catálogo de forma detalhada e incentivar novas pesquisas que explorem diferentes abordagens e ferramentas para estética em jogos. Também se destaca a importância de desenvolver adaptações para contextos específicos e promover maior diversidade de perspectivas, contribuindo para o avanço teórico e prático da área.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (proc. E-26/204.478/2024), por financiar parcialmente esta pesquisa.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Declaramos que ao longo do texto foi utilizada IA (ChatGPT 5.3) apenas para correção do idioma e coesão do texto, não sendo utilizada para a geração de conteúdo e/ou análise de dados e resultados. Todos os resultados e conclusões são de responsabilidade dos autores.

Referências

- Atkinson, P. e Parsayi, F. (2021). Video games and aesthetic contemplation. *Games and Culture*.
- Carrion, R., Classe, T. M., e Sousa, H. (2025). Análise de jogos digitais usando um catálogo de qualidade de estética - uma prova de conceito de aplicação. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 380–391, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Carrion, R. F. C. e Classe, T. M. (2024). Como estética é utilizada e aplicada no design de jogos educativos? um estudo sistemático da literatura. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 25–37, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Carrion, R. F. C., de Sá Sousa, H. P., e Classe, T. M. (2026). A non-functional requirements catalog of aesthetics for digital games. In Darin, T., Rios, K., Cruz, G., Tórtoro, L., e Ricca, D., editors, *Interaction and Player Research in Game Development*, pages 135–147, Cham. Springer Nature Switzerland.
- Casanova, F., Oliveira, J., Williams, M., e Garganta, J. (2009). Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. *Revista portuguesa de Ciencias do Desporto*, 9(1):115–122.
- Chung, L. e do Prado Leite, J. C. S. (2009). On non-functional requirements in software engineering. *Conceptual modeling: Foundations and applications: Essays in honor of John mylopoulos*, pages 363–379.

- Chung, L. e Prado Leite, J. C. S. (2009). On non-functional requirements in software engineering. In *Conceptual modeling: Foundations and applications*, pages 363–379.
- Goethe, O. e Goethe, O. (2019). Immersion in games and gamification. *Gamification Mindset*, pages 107–117.
- Huizinga, J. (1955). 1938: Homo ludens: A study of the play-element in culture.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R., et al. (2004). Mda: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, volume 4, page 1722. San Jose, CA.
- Jarzębowicz, A. e Weichbroth, P. (2021). A systematic literature review on implementing non-functional requirements in agile software development: Issues and facilitating practices. *Lean and Agile Software Development: 5th International Conference*, pages 91–110.
- Kaur, A. e Behki, P. (2024). The evolution and impact of game development in the digital era. In *2024 International Conference on Emerging Technologies in Computer Science for Interdisciplinary Applications (ICETCS)*, pages 1–6. IEEE.
- Kehm, O. (2022). Mystery through visual detail: How video game art impacts emotion. Master's thesis, Toronto Metropolitan University.
- Mudryk, S. (2024). Variability of games in the process of human development. *Naukovij časopis Nacional'nogo pedagogičnogo universitetu imeni M.P. Dragomanova*.
- Niedenthal, S. (2009). What we talk about when we talk about game aesthetics. In *Proceedings of DiGRA 2009 Conference: Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory*.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., e Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Phan, M. H., Keebler, J. R., e Chaparro, B. S. (2016). The development and validation of the game user experience satisfaction scale (guess). *Human factors*, 58(8):1217–1247.
- Ramirez Gomez, A. e Lankes, M. (2021). Eyesthetics: Making sense of the aesthetics of playing with gaze. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CHI PLAY):1–24.
- Saadatmand, M. e Tahvili, S. (2015). A fuzzy decision support approach for model-based tradeoff analysis of non-functional requirements. In *2015 12th International Conference on Information Technology-New Generations*, pages 112–121. IEEE.
- Santaella, L. (2017). Game arte no contexto da arte digital. *DAT Journal*, 2(1):3–14.
- Saroja, S. e Haseena, S. (2023). Functional and non-functional requirements in agile software development. *Agile Software Development: Trends, Challenges and Applications*, pages 71–86.
- Schell, J. (2020). *Tenth anniversary: The Art of game design*. CRC Press, Boca Raton.
- Schlüter, A., Waldkirch, M., Burmeister-Lamp, K., e Auernhammer, J. (2021). No second chance for a first impression: the role of aesthetics in early access video games. *International Journal of Innovation Management*, 25(10):2140002.