

Impactos da IA Generativa na Qualidade de Software de Jogos Digitais: Uma Análise da Indústria com Base na ISO 25010

Izequiel P. Norões¹, Adriano Albuquerque²

¹Universidade de Fortaleza (UNIFOR) – Fortaleza – CE – Brazil

²PPGIA – Universidade de Fortaleza (UNIFOR) – Fortaleza – CE – Brazil

izequiel.noroes@unifor.br, adriano.albuquerque@unifor.br

Abstract. *This paper conducts an investigation into the impacts of Generative Artificial Intelligence (GAI) on the software quality of digital games, guided by the ISO/IEC 25010:2023 standard. Through a structured questionnaire applied to industry professionals, including developers, artists, and managers, the study examines GAI's influence on attributes such as functional suitability, usability, maintainability, performance, compatibility, reliability, security, and portability. The findings highlight GAI's significant contributions to creative and technical tasks while identifying ethical challenges, such as authorship concerns and creative homogenization. Employing a quantitative descriptive approach, the work provides an initial perception of GAI's effects on software quality, emphasizing its potential as a supportive tool alongside the need for human validation and ethical guidelines. Although the sample appears to be geographically restricted, the study proposes a replicable analytical framework, inviting the reader to explore the detailed results and their implications for the gaming industry.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma investigação sobre os impactos da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na qualidade de software de jogos digitais, utilizando a norma ISO/IEC 25010:2023 como referência. Por meio de um questionário aplicado a profissionais da indústria, incluindo desenvolvedores, artistas e gestores, o estudo explora como a IAG influencia atributos como adequação funcional, usabilidade, manutenibilidade, desempenho, compatibilidade, confiabilidade, segurança e portabilidade. A análise revela contribuições significativas da IAG em tarefas criativas e técnicas, mas também aponta desafios éticos, como questões de autoria e homogeneização criativa. Com uma abordagem quantitativa descritiva, o trabalho oferece uma percepção inicial dos efeitos da IAG na qualidade de software, destacando seu potencial como ferramenta de apoio e a necessidade de validação humana e diretrizes éticas. Apesar da amostra aparentar um aspecto geograficamente restrito, o estudo propõe um referencial analítico replicável, convidando o leitor a explorar os resultados detalhados e suas implicações para a indústria de jogos.*

1. Introdução

O uso de Inteligência Artificial no desenvolvimento de jogos digitais tem se intensificado nos últimos anos, sobretudo com a popularização de ferramentas de IA generativa que prometem transformar tarefas criativas, técnicas e produtivas. Esse avanço traz à tona

novos questionamentos sobre seus impactos reais na qualidade dos produtos desenvolvidos, especialmente em um setor que exige equilíbrio entre inovação, desempenho e experiência do usuário. No campo da engenharia de software, a norma ISO/IEC 25010:2023 [ISO/IEC 2023] define oito características essenciais para avaliação da qualidade de produtos de software: adequação funcional, desempenho e eficiência, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade. Embora possamos notar mais sua adoção em contextos corporativos e acadêmicos, sua aplicação específica ao desenvolvimento de jogos com suporte de IAG ainda é incipiente, recente e carece de mais estudo e observação da sua aplicação.

Este artigo propõe preencher essa lacuna por meio de uma pesquisa aplicada com profissionais da indústria de jogos digitais, buscando compreender suas percepções sobre os impactos da IA generativa em cada um dos atributos da ISO 25010. O estudo baseia-se em questionário estruturado respondido por 40 participantes atuantes em diferentes funções e níveis de experiência. Diferentemente de abordagens teóricas ou exploratórias de trabalhos anteriores [Panchanadikar 2024, Boucher 2023, Economics 2024], este trabalho fundamenta-se em dados reais, analisados criticamente e discutidos à luz de estudos recentes sobre adoção de IA generativa no setor [Liu 2024], [Nunes 2024], [Pérez-Colado et al. 2023]. Espera-se com isso contribuir para uma compreensão mais robusta dos impactos, benefícios e desafios associados ao uso dessas tecnologias, bem como oferecer subsídios para estudos mais aprofundados, colaborando para futuras decisões técnicas, gerenciais e éticas.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando o conceito de IA generativa no contexto dos jogos e os principais atributos da ISO/IEC 25010. A Seção 3 descreve a metodologia adotada na pesquisa empírica. A Seção 4 apresenta e discute os resultados com base nos atributos da ISO, incluindo percepções sobre riscos éticos, inovação e produtividade. Por fim, a Seção 5 traz as conclusões do estudo, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação Teórica

2.1. IA Generativa no Desenvolvimento de Jogos

A Inteligência Artificial Generativa (IAG) refere-se a sistemas capazes de criar novos conteúdos com base em padrões extraídos de grandes volumes de dados. No contexto dos jogos digitais, essa tecnologia tem sido utilizada para apoiar tarefas como geração de arte, diálogos de Personagens Não Jogáveis (NPCs, do inglês *Non-Player Characters*), *scripts*, lógica procedural, prototipagem e testes automatizados [Summerville 2018], [Guzdial 2019] e [Risi 2020]. Aqui notamos ferramentas como ChatGPT, DALL·E, Copilot, e Midjourney vêm sendo integradas aos *pipelines* de desenvolvimento de forma crescente. Estudos recentes apontam que a IAG pode acelerar tarefas repetitivas e expandir a capacidade criativa de pequenas equipes [Liu 2024, Nunes 2024]. Sua aplicação atua como catalisador de produtividade e inovação, especialmente em fases iniciais do projeto. Adotar a IAG tem se dado de forma gradual, ora como apoio pontual à prototipagem, acelerar processos e a geração de ideias, ora como ferramenta integrada a *pipelines* de produção. No entanto, o uso não é isento de desafios, podemos notar os autores sinalizando que o uso dessas ferramentas ainda demanda mediação humana crítica, dependência tecnológica e questões éticas [Boucher 2023, Panchanadikar 2024].

2.2. Adequação e Limitações da ISO 25010 para Jogos

A ISO/IEC 25010, embora robusta para engenharia de software, não foi projetada para mensurar aspectos hedônicos como diversão, imersão ou engajamento, cruciais em jogos. Reconhecendo essa limitação, este estudo não a propõe como um substituto para *frameworks* de experiência do jogador (como o MDA *Framework* [Hunicke 2004] ou o GameFlow [Sweetser 2005], que avalia o *enjoyment* do jogador através de critérios como concentração, desafio e imersão), mas a utiliza como um referencial para avaliar a qualidade do produto de software que sustenta o jogo. Os participantes não foram questionados sobre o conhecimento da norma; em vez disso, os atributos foram “traduzidos” para conceitos práticos (ex: “facilidade de correção de bugs” para Manutenibilidade), focando na percepção do impacto da IAG sobre a base técnica do desenvolvimento.

2.3. Qualidade de Software segundo a ISO 25010

A ISO/IEC 25010:2023 propõe um modelo de avaliação da qualidade de produtos de software baseado em oito características principais: adequação funcional, desempenho e eficiência, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade. Cada uma dessas características possui subatributos que permitem uma avaliação sistemática do produto [ISO/IEC 2023], sendo utilizada em contextos industriais e acadêmicos por fornecer uma estrutura padronizada para mensuração da qualidade. No entanto, sua aplicação direta no contexto de jogos digitais ainda é incipiente. Neste trabalho, a norma foi adotada como referencial analítico para investigar a percepção de profissionais da indústria sobre os impactos da IAG. A organização dos resultados nas seções seguintes segue a estrutura dos oito atributos definidos pela ISO, permitindo uma análise comparativa e padronizada das respostas. Ainda temos propostas de trabalhos que propõem o *Playability Quality Model* (PQM) [González Sánchez et al. 2009], que estende o modelo “*Quality in Use*” da ISO/IEC 25010 ao contexto de jogos digitais, incorporando facetas hedônicas como imersão, emoção, motivação e socialização. Este modelo evidencia que atributos técnicos tradicionais não abrangem a complexidade da experiência do jogador. Cabe ainda destacar um modelo específico adaptado para jogos online baseado na ISO 25010, apresentado por [Wibawa and Anggoro 2019], o que mostra caminhos viáveis para combinar atributos técnicos com experiência do jogador.

3. Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem quantitativa-descritiva [Gil 2008], com o objetivo de investigar a percepção de profissionais da indústria sobre os impactos da IAG nos atributos de qualidade da norma ISO/IEC 25010:2023. A abordagem metodológica deliberadamente não inquiriu sobre o conhecimento prévio da ISO 25010 pelos participantes. O objetivo era capturar a percepção dos profissionais sobre fenômenos práticos do desenvolvimento sem introduzir o viés de uma terminologia normativa que pode não fazer parte de seu vocabulário diário. A norma foi utilizada como um *framework* analítico a posteriori pelos pesquisadores para estruturar e interpretar os dados coletados.

A coleta de dados utilizou um questionário online estruturado, aplicado entre junho e julho de 2025 a uma amostra de 40 profissionais, cujas características demográficas são detalhadas na Tabela 1. A maior parte das variáveis utilizadas no questionário apresentou natureza ordinal, o que demandou a aplicação de distribuições de

Table 1. Caracterização da Amostra de Profissionais (N=40).

Característica	Categoria	n	%
Função	Gestão/Liderança	14	35,0%
	Design	7	17,5%
	Programação	6	15,0%
	Arte	5	12,5%
	Outros	8	20,0%
Experiência	10+ anos	7	17,5%
	5 a 10 anos	9	22,5%
	1 a 5 anos	13	32,5%
	≤ 1 ano	4	10,0%
	Não especificado	7	17,5%
Porte da Empresa	Pequeno (1-10)	28	70,0%
	Médio (10-100)	8	20,0%
	Não especificado	4	10,0%
Região	América Latina	32	80,0%
	América do Norte	3	7,5%
	Europa	3	7,5%
	Outros	2	5,0%

frequência para sumarizar as respostas e possibilitar a análise descritiva. Essa abordagem permitiu identificar padrões de percepção entre os respondentes sem violar pressupostos estatísticos referentes ao tipo de escala.

O instrumento, validado previamente por três profissionais da área para garantir clareza, continha questões para mensurar a percepção sobre cada atributo da ISO em uma escala *Likert* de 5 pontos (de 1-“Inexistente” a 5-“Totalmente”), além de questões abertas. Os dados foram analisados com estatística descritiva (frequência, porcentagem) e análise de conteúdo temática [Vergara 2010] para as respostas abertas. A amostragem foi não-probabilística, o que, embora limite a generalização, é apropriado para um estudo exploratório.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os principais achados da pesquisa, organizada com base nos oito atributos de qualidade definidos pela ISO/IEC 25010:2023, além de categorias complementares sobre o atual uso, impactos no processo, preocupações e expectativas. Mas vale ressaltar a informação maioria dos profissionais (75%) observados na pesquisa, afirmou já utilizar alguma ferramenta de IA generativa no desenvolvimento de jogos em suas empresas, especialmente para tarefas relacionadas à escrita de código, diálogos, geração de ideias e prototipagem.

A maioria dos profissionais observados na pesquisa (75%) afirmou já utilizar alguma ferramenta de IAG, especialmente para tarefas de ideação e prototipagem. A análise consolidada dos impactos percebidos, apresentada na Tabela 2, revela uma clara hierarquia na avaliação dos atributos da ISO 25010. Atributos ligados à ideação e criação de

Table 2. Análise consolidada da percepção de impacto da IAG nos atributos da ISO 25010 (N=40).

Atributo ISO	Definição Aplicada a Jogos	Impacto Positivo	Percepção dos Participantes
Adequação Funcional	Capacidade de prover conteúdo e funcionalidades que enriquecem a experiência do jogador.	70,0%	<i>"Normalmente uso para gerar opções, ideias de coisas como: de mecânicas para resolver algum problema de game design, locais e ambientes."</i>
Manutenibilidade	Facilidade de corrigir, modificar e compreender o código e os <i>assets</i> do projeto.	55,0%	<i>"Geralmente, tenho que fazer ajustes finos, pois a IA tem dificuldade de entender todo o contexto do problema."</i>
Desempenho	Impacto em tempo de carregamento, frames por segundo e uso de recursos do sistema.	47,5%	<i>"Nenhum comentário qualitativo relevante foi oferecido."</i>
Confiabilidade	Estabilidade do sistema, ausência de falhas críticas e consistência do software.	45,0%	<i>"Não uso IA para não ter MAIS problemas do que já causou." A percepção sobre Confiabilidade é baixa (45,0%), e a análise indica que há uma falta de confiança na estabilidade do conteúdo gerado sem forte supervisão humana.</i>
Usabilidade	Facilidade de aprendizado, clareza da interface e satisfação geral do jogador.	42,5%	<i>"Há a necessidade de entender rapidamente o potencial de uma ferramenta e suas limitações para adequar processos e resultado com uso de conhecimento e feeling humanos."</i>
Compatibilidade	Coexistência com diferentes plataformas, <i>engines</i> e sistemas operacionais.	40,0%	<i>"Não houve uma citação direta dos participantes sobre esse aspecto, mas alguns profissionais técnicos (como Engenheiros de Software) perceberem um impacto positivo."</i>
Portabilidade	Facilidade de transferir o jogo e seus componentes para outros ambientes de hardware/software.	37,5%	<i>"A portabilidade obteve uma das menores percepções de impacto positivo (37,5%), e a ausência de comentários qualitativos nos dados abertos sugere que os profissionais ainda não utilizam ou percebem a IAG como uma ferramenta relevante."</i>
Segurança	Proteção contra acessos não autorizados, integridade de dados e lógica do jogo.	30,0%	<i>"Notavelmente, nenhum participante ofereceu comentários qualitativos sobre esse aspecto."</i>

conteúdo lideram a percepção positiva. A Adequação Funcional (70,0%) é o atributo mais bem avaliado, refletindo o uso prático da tecnologia para acelerar processos criativos. Como descreve um líder de equipe, a IAG é usada para "gerar opções, ideias de coisas como: de mecânicas para resolver algum problema de game design, locais ambientes". Em seguida, a Manutenibilidade (55,0%) também se destaca, embora seu benefício seja qualificado pela necessidade de supervisão técnica. Um programador ressalta essa dualidade ao afirmar que "geralmente, tenho que fazer ajustes finos, pois a IA tem dificuldade de entender todo o contexto do problema". Em contrapartida, os atributos mais técnicos e estruturais, como Segurança (30,0%) e Portabilidade (37,5%), figuram nas últimas posições. A baixa percepção de impacto nessas áreas, somada à ausência de comentários qualitativos relevantes por parte dos participantes, sugere que a influência da IAG sobre a arquitetura de software e a engenharia mais complexa ainda é vista como limitada ou incipiente.

Essa disparidade entre o criativo e o técnico consolida a visão da IAG como uma ferramenta de apoio poderosa, mas fundamentalmente dependente da curadoria humana. Um produtor sintetiza essa percepção ao afirmar que o sucesso reside na capacidade de "entender rapidamente o potencial de uma ferramenta e suas limitações para adequar processos e resultado com uso de conhecimento e *feeling* humanos". Portanto, a tensão entre os ganhos de produtividade e a necessidade indispensável de controle, validação e "toque humano" emerge como o tema central dos dados.

4.1. Questões Éticas e Preocupações

A análise das preocupações subjetivas revela que 72,5% dos profissionais indicaram algum nível de receio ético com o uso da IAG. As questões mais proeminentes são os direitos autorais e a homogeneização criativa. Especificamente, 60% dos participantes apontaram preocupações com o uso de material protegido no treinamento dos modelos e a autoria das obras geradas. Adicionalmente, 52,5% temem que a IAG, ao replicar padrões existentes, possa levar a uma padronização e à perda da originalidade e do "toque humano" no design de jogos. Esses achados são coerentes com discussões na literatura recente [Panchanadikar 2024, Boucher 2023], que questionam a originalidade e a responsabilidade legal por produtos gerados via IA. Tal cenário evidencia uma forte ambivalência: apesar dos receios, os profissionais também destacam o potencial da tecnologia como uma "ferramenta ampliadora" e não meramente substitutiva. Essa dualidade reforça a necessidade de diretrizes éticas claras, maior transparência no uso dos modelos e capacitação técnica para um uso responsável, que preserve a validação e o controle criativo humano.

4.2. Inovação, Custo e Produtividade

A investigação sobre os impactos da IAG na eficiência operacional revela uma percepção majoritariamente positiva. Metade dos profissionais (50%) relatou um aumento na produtividade, atribuído à redução de tempo em tarefas repetitivas e ao auxílio na documentação técnica. Paralelamente, 47,5% perceberam melhorias na qualidade e inovação, resultado da maior agilidade na prototipagem e experimentação criativa. Em relação aos custos, 52,5% dos respondentes indicaram alguma forma de redução orçamentária, um benefício especialmente notado em equipes menores que utilizam a tecnologia para substituir etapas iniciais, como a criação de arte conceitual. Esses achados reforçam a visão da IAG como um catalisador para a eficiência e a inovação, em linha com estudos recentes sobre

a indústria de jogos e mídia digital [Economics 2024, Nunes 2024]. Contudo, a pesquisa também evidencia que a materialização desses ganhos não é automática, mas sim dependente de uma integração eficaz das ferramentas ao pipeline de produção e do nível técnico da equipe. O sucesso da implementação, portanto, está diretamente ligado à estratégia de adoção e à capacitação dos profissionais envolvidos.

5. Conclusão

Este estudo analisou os impactos da IAG na qualidade do software de jogos, utilizando a norma ISO/IEC 25010:2023 como referencial. A análise dos dados de 40 profissionais da indústria indica que a IAG é percebida de forma mais favorável em atributos como Adequação Funcional (70%) e Manutenibilidade (55%), principalmente devido ao seu uso em geração de conteúdo criativo, prototipagem e apoio à codificação. Em contrapartida, seu impacto foi consideravelmente menos evidente em áreas mais técnicas, como Segurança (30%) e Portabilidade (37,5%), onde sua aplicação ainda é vista como incipiente ou dependente de processos manuais.

A pesquisa revela um cenário de adoção ambivalente, que combina entusiasmo com cautela. Enquanto a maioria dos participantes reconhece ganhos em produtividade (50%) e redução de custos (52,5%), preocupações éticas sobre direitos autorais (60%) e o risco de homogeneização criativa (52,5%) emergem como um contraponto crítico. Conclui-se que a IAG se consolida como uma poderosa ferramenta de apoio e um catalisador de eficiência, mas sua implementação bem-sucedida e responsável depende fundamentalmente da validação, do controle criativo e do julgamento humano.

Como limitação, destaca-se o tamanho reduzido da amostra (N=40) e sua predominância geográfica na América Latina, o que restringe os resultados. Para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar os participantes e buscar maior diversidade de respondentes, contemplando diferentes regiões, perfis profissionais e portes de empresas, a fim de permitir análises comparativas e mais representativas do setor global de jogos digitais. E ainda, propor a realização de um estudo de caso aplicando a norma ISO/IEC 25000, de forma a ampliar a análise para outros aspectos do modelo SQuaRE (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*), contemplando não apenas a qualidade do produto, mas também requisitos, medição e avaliação de processos. Essa abordagem poderá fornecer evidências mais detalhadas e práticas sobre a integração de ferramentas de IA generativa no desenvolvimento de jogos digitais. Ademais, sugere-se integrar a ISO 25010 com *frameworks* específicos de jogos, como o *GameFlow* [Sweetser 2005], para capturar aspectos hedônicos como imersão e engajamento emocional, ampliando a análise dos impactos da IAG na experiência do jogador.

Disponibilidade de Artefato

O formulário utilizado na pesquisa está disponível publicamente no repositório Figshare para fins de transparência e reprodutibilidade: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29858501>.

Referências

Boucher, Josiah D. e Smith, G. e. T. Y. D. (2023). Examining early professionals' use of generative ai in the game development process. In Madkour, A. and Otto, Jasmine

- e Ferreira, L. N. e J.-B. S., editors, *Proceedings of the Experimental Artificial Intelligence in Games Workshop (EXAG) co-located with AIIDE 2023*, volume Vol-3626. CEUR Workshop Proceedings. <https://ceur-ws.org/Vol-3626/>.
- Economics, C. (2024). Future unsubscripted: The impact of generative artificial intelligence on entertainment industry jobs. Technical report, CVL Economics.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Atlas.
- González Sánchez, J. L., Padilla Zea, N. P., and Gutiérrez Vela, F. L. (2009). Playability as extension of quality in use in video games. In *Proc. I-USED: Int. Conf. on Interactive User Experience for Education and Games*. Disponível em espanhol: <https://lsi2.ugr.es/juegos/articulos/iused09-jugabilidad.pdf>.
- Guzdial, Matthew e Riedl, M. O. (2019). Automated game design via conceptual expansion. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, volume 33, pages 7745–7752.
- Hunicke, Robin e LeBlanc, M. e Z. R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, WS-04-04, pages 1–5. AAAI Press.
- ISO/IEC (2023). Iso/iec 25010:2023 - systems and software engineering — systems and software quality requirements and evaluation (square) — product quality model. <https://www.iso.org/standard/78176.html>.
- Liu, Y. (2024). Research on game development and revenue based on generative artificial intelligence: A case study of netease. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 35:434–440.
- Nunes, E. B. e Rodrigues, M. A. F. (2024). Enhancing game development with generative artificial intelligence technologies: A case study of undo. In *SBGames*.
- Panchanadikar, R. e Freeman, G. (2024). I’m a solo developer but ai is my new ill-informed co-worker: Envisioning and designing generative ai to support indie game development. *Proc. ACM Hum. Comput. Interact.*
- Pérez-Colado, I. J., Pérez-Colado, V. M., Calvo-Morata, A. C., Santa Cruz Píriz, R. S. C., and Fernández-Manjón, B. F. (2023). Using new ai-driven techniques to ease serious games authoring. In *Proc. of the IEEE Frontiers in Education Conf. (FIE)*, pages 1–9.
- Risi, Sebastian e Togelius, J. (2020). Increasing generality in machine learning through procedural content generation. *Nature Machine Intelligence*, 2:428–436.
- Summerville, A. e. a. (2018). Procedural content generation via machine learning. *IEEE Trans. Games*.
- Sweetser, Penelope e Wyeth, P. (2005). Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3):3.
- Vergara, S. C. (2010). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. Atlas.
- Wibawa, Ramadhan Cakra e Rochimah, S. and Anggoro, R. (2019). A development of quality model for online games based on iso/iec 25010. In *Proceedings of 2019 International Conference on Information and Communication Technology and Systems (ICTS 2019)*, pages 215–218, Surabaya, Indonesia. IEEE.