

Inteligência Artificial no Processo de Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais - Mapeamento Sistemático da Literatura

Title: Artificial Intelligence in the Design and Development Process of Digital Games - Systematic Mapping of Literature

Cristiano Barroso Serra¹, Tadeu Moreira de Classe¹, Henrique Prado de Sá Sousa¹

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

cristianoserra@edu.unirio.br, tadeu.classe@uniriotec.br
hsousa@uniriotec.br

Abstract. Introduction: The video game market reached US\$ 188.8 billion in 2025, emphasizing the need for greater efficiency in game development. Large Language Models (LLMs) have emerged as promising tools for automating tasks such as code generation and prototyping; however, their full integration remains limited. **Objective:** To analyze, through a Systematic Mapping Study (SMS), how Artificial Intelligence is applied in the design and development process of digital game. **Methodology:** The SMS followed the Kitchenham and Charters protocol, searching five databases and selecting 17 out of 467 primary studies based on defined quality criteria. **Results:** The findings indicate that AI applications are mainly concentrated in the development (94%) and design (88%) phases, with RPG being the most frequent genre (24%). Most studies did not specify the target platform (53%), while PC was the most cited (41%). LLMs were the predominant technique (53%), followed by Machine Learning and Generative Models (both at 29%). Evaluation approaches primarily focused on performance (59%) and quantitative metrics (53%), whereas aspects such as user experience (35%) and qualitative evaluation (24%) were less frequently addressed. **Keywords.** Digital Game, Game Design and Development Process, Systematic Mapping, Artificial Intelligence.

Resumo. Introdução: O mercado de games atingiu US\$ 188,8 bilhões em 2025, impulsionando a busca por eficiência no desenvolvimento. Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) surgem como ferramentas promissoras, mas sua integração ainda é limitada. **Objetivo:** O objetivo é realizar um Mapeamento Sistemático da Literatura, visando identificar o estado da arte nesse domínio. **Metodologia:** O MSL seguiu o protocolo de Kitchenham e Charters, consultando cinco bases de dados e selecionando 17 de 467 estudos primários. **Resultados:** A IA concentra-se nas fases de development e design, com RPG como gênero mais frequente. LLMs foram a técnica predominante, enquanto a avaliação priorizou métricas de desempenho em detrimento da experiência do usuário. Este estudo evidencia a lacuna entre o foco técnico das implementações de IA e a necessidade de considerar a experiência do jogador, orientando pesquisas futuras para soluções mais centradas no usuário. **Palavras-chave.** Jogos Digitais, Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais, Mapeamento Sistemático, Inteligência Artificial.

1. Introdução

O mercado global de *games* atingiu cerca de US\$ 188,8 bilhões em 2025, com crescimento de 3,4% em relação ao ano anterior [Newzoo 2026]. Essa expansão foi impulsionada por fatores como jogos móveis, a evolução dos mecanismos de jogos digitais e novos modelos de monetização, como microtransações e assinaturas [Tower 2021, Worldpay 2021]. Nesse cenário cada vez mais competitivo — marcado por intensa concorrência, desafios de descoberta e pressão pela atenção dos jogadores — a otimização do processo de desenvolvimento se tornou essencial, levando estúdios a reavaliar prioridades, prototipar mais rapidamente e encurtar ciclos de produção [Unity Technologies 2026].

Para enfrentar esses desafios, abordagens de *design* estruturado, como o Sistema de Entidade-Componente (ECS) e a Linguagem de Modelagem Unificada (UML), por exemplo, foram amplamente adotadas [Muratet e Garbarini 2020]. Mais recentemente, os modelos de linguagem grande (LLMs) surgiram como ferramentas poderosas para automatizar a documentação, a geração de código e a criação de protótipos em diferentes campos da ciência da computação [Xu et al. 2022]. Esses modelos demonstraram potencial em tarefas que vão desde a criação de personagens até a síntese completa de códigos, mas sua integração em pipelines completos de desenvolvimento de jogos digitais continua limitada por problemas como perda de contexto e alucinação [Xu et al. 2022].

Este estudo é guiado pela seguinte questão de pesquisa: ***Como a Inteligência Artificial é utilizada no processo desenvolvimento de jogos digitais?*** O objetivo é realizar um mapeamento sistemático da literatura, visando identificar o estado da arte nesse domínio. Para tanto, adota-se a metodologia baseada no modelo SEGRESS (*Software Engineering Guidelines for Reporting Secondary Studies*), conforme proposto por Kitchenham et al. [2023]. O processo é estruturado nas fases de planejamento, condução e síntese dos resultados, permitindo a identificação, seleção e análise sistemática dos estudos relevantes.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os principais conceitos sobre autobalanceamento; a Seção 3 discute trabalhos correlatos; a Seção 4 descreve o planejamento e execução do MSL; a Seção 5 detalha os resultados obtidos; e a Seção 6 traz as considerações finais e perspectivas futuras.

2. Conceitos Fundamentais

2.1. Inteligência Artificial

Inteligência Artificial (IA) refere-se a sistemas capazes de aprender, raciocinar e tomar decisões de forma autônoma [Goodfellow et al. 2016]. Sua adoção crescente em diversos setores é impulsionada pelos avanços em aprendizado de máquina e algoritmos orientados por dados.

Dentre as tecnologias de IA, os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs, do inglês *Large Language Models*) se destacam por sua capacidade de processar e gerar linguagem natural utilizando arquiteturas de aprendizado profundo, como os transformadores [Annapaka e Pakray 2025]. Treinados em grandes corpora de texto, os LLMs se sobressaem em tarefas como geração de conteúdo, sumarização e auxílio à programação, graças a seus mecanismos de aprendizado autorregressivo.

No contexto do desenvolvimento de jogos digitais, a IA oferece suporte a funcionalidades como geração procedural de conteúdo, adaptação da dificuldade e modelagem de comportamento [Yannakakis e Togelius 2018, Togelius et al. 2011]. Os LLMs ampliam essas

possibilidades ao permitir geração automatizada de narrativas, design de diálogos e até mesmo definição da lógica do jogo [Kumaran et al. 2023].

2.1.1. Uso de IA no Processo de Design de Sistemas

A Inteligência Artificial (IA), especialmente por meio de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), tem sido amplamente investigada na engenharia de software, com evidências de aplicação em tarefas como geração de código, testes e documentação [Hou et al. 2024, Nguyen e Nguyen 2024]. Esses estudos indicam que os principais benefícios estão associados à automação de atividades repetitivas e à redução do esforço cognitivo em tarefas bem definidas.

Entretanto, os resultados são contextuais. A literatura aponta que os ganhos de produtividade dependem de fatores como a experiência do desenvolvedor, a complexidade da tarefa e a forma de interação com os modelos [Hou et al. 2024]. Além disso, são destacados riscos como offloading cognitivo, introdução de erros sutis e impactos na compreensão do código, o que pode afetar a manutenibilidade a longo prazo [Matias et al. 2026].

O uso de LLMs em atividades mais complexas, como a arquitetura de software, ainda é baixo. Revisões recentes indicam que, embora exista potencial de apoio à tomada de decisão, limitações relacionadas ao raciocínio sistêmico, avaliação de oportunidade e confiabilidade restringem sua aplicação prática [Nguyen e Nguyen 2024]. Adicionalmente, desafios como alucinações, privacidade e ausência de métodos robustos de avaliação são amplamente discutidos [Hou et al. 2024, Matias et al. 2026].

2.2. Design de Jogos Digitais

A literatura apresenta diversas abordagens para o design de jogos digitais, sem um processo único consolidado, sendo necessário que o *game designer* adapte métodos ao contexto. Há predominância teórica e lacuna de propostas práticas [Siriaraya et al. 2018].

Entre as abordagens conceituais, destaca-se o framework *Design, Play, Experience* (DPE) [Winn 2008], que articula três camadas interdependentes (regras, interação e experiência emocional/cognitiva), explicitando a relação entre decisões de design e a experiência do jogador. Outra abordagem é o modelo LM-GM [Arnab et al. 2015], que mapeia diferentes tipos de mecânicas para alinhar intenções de design ao comportamento do jogador.

No espectro prescritivo, [Rougas 2016] propõe um *framework* dirigido por modelos baseado no refinamento progressivo de modelos abstratos até artefatos concretos. [Siriaraya et al. 2018] apresentam o método *Persuasive Game Design* (PGD), estruturado em etapas sequenciais (definição de objetivos, seleção de mecânicas, combinação e iteração com usuários). [Kelly et al. 2007] propõem uma metodologia iterativa centrada em prototipagem rápida, testes e refinamento contínuo.

Avanços recentes indicam convergência entre *game design*, *design thinking* e pensamento computacional [Wu et al. 2025], além da incorporação de análise de stakeholders, arquitetura e reflexão do jogador [Callele et al. 2024, Schaffer e Isbister 2024]. O uso de IA tem introduzido geração procedural e co-criação humano-máquina [Wang et al. 2024].

Em síntese, as abordagens dividem-se em prescritivas (diretrizes estruturadas) e analítico-conceituais (compreensão da interação/experiência). Trabalhos recentes incorporam aspectos organizacionais, tecnológicos e interdisciplinares, posicionando o *game designer* como executor, analista e mediador entre tecnologia, experiência e objetivos do projeto.

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção revisa esforços recentes que aplicam inteligência artificial para automatizar aspectos do desenvolvimento de jogos digitais. Chen et al. [Chen et al. 2023] propõem um *framework* multiagente no qual papéis como Gerente de Desenvolvimento, Engenheiro e Testador são simulados para produzir colaborativamente componentes de jogos.

No contexto mais amplo da engenharia de *software*, Nguyen e Nguyen [Nguyen e Nguyen 2024] apresentam uma revisão que discute o uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) em tarefas como geração de código, documentação e suporte ao desenvolvimento. De forma complementar, Hou et al. [Hou et al. 2024] conduzem uma revisão sistemática da literatura, na qual identificam ganhos de produtividade e automação, além de limitações relacionadas à confiabilidade e da qualidade do código gerado.

Apesar desses avanços, observa-se que a maioria dos estudos concentra-se em tarefas gerais de engenharia de software ou em aplicações específicas. Nesse contexto, este trabalho propõe um mapeamento sistemático com foco no uso de IA no desenvolvimento de jogos digitais, buscando identificar tendências, lacunas e oportunidades específicas desse domínio.

4. Mapeamento Sistemático de Literatura

Este estudo segue as diretrizes do modelo SEGRESS (*Software Engineering Guidelines for Reporting Secondary Studies*), conforme proposto por Kitchenham et al. [2023]. O processo é estruturado em fases que abrangem o planejamento, a condução e a síntese dos resultados. Essa abordagem permite uma revisão sistemática e organizada da literatura na área investigada, possibilitando a identificação, seleção, análise e interpretação de estudos relevantes.

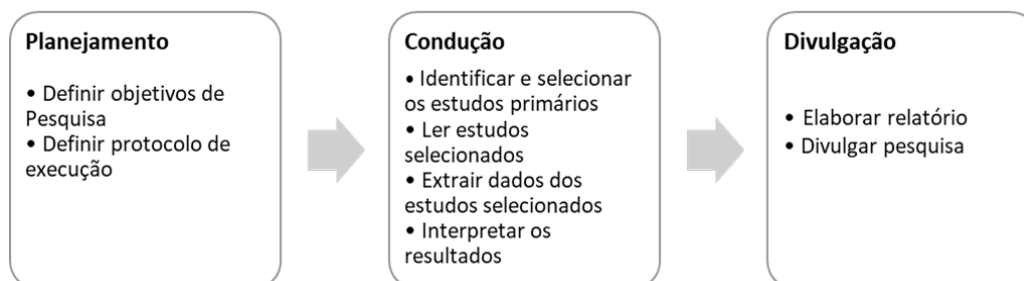


Figura 1. Etapas do MSL

4.1. Planejamento

O planejamento do estudo foi orientado pela elaboração de um protocolo que guiou todas as fases da pesquisa. Esse protocolo incluiu: i) objetivo do estudo; ii) formulação das questões de pesquisa; iii) escolha das bases de dados; iv) construção da *string* de busca; v) critérios de inclusão, exclusão e avaliação da qualidade dos estudos; vi) uso da técnica de *snowballing* (backward e forward), com o objetivo de ampliar a seleção por meio de referências e citações dos artigos identificados.

O objetivo foi definido com base na seguinte pergunta: **Como a Inteligência Artificial é utilizada no processo desenvolvimento de jogos digitais?** A estruturação do protocolo seguiu a abordagem GQM (*Goal-Question-Metrics*) [Basili 1992], sendo descrita da seguinte forma: **analisar** a existência de estudos primários; **com o propósito de** identificar técnicas e conceitos de utilização, aplicação e implantação; **relacionados a** inteligências artificiais; **do**

ponto de vista de pesquisadores; no contexto do processo de design e desenvolvimento de jogos digitais. A partir desse objetivo, foram definidas as questões secundárias de pesquisa:

- Q1:** Em quais fases do ciclo de vida do desenvolvimento de jogos digitais?
- Q2:** Quais gêneros de jogos digitais são mais frequentemente associados às pesquisas sobre IA?
- Q3:** Para quais plataformas-alvo os jogos digitais forma desenvolvidos?
- Q4:** Quais técnicas de IA são mais utilizados no desenvolvimento de jogos digitais?
- Q5:** Quais métodos são empregados para avaliar as propostas ou implementações de IA?

Para a seleção das fontes, foram utilizadas as principais bases de dados que indexam publicações da área de computação e jogos digitais [Keele et al. 2007]: *ACM Digital Library*¹, *EI Compendex*², *IEEE Xplore*³, *Scopus*⁴, *ISI Web of Science*⁵.

A estratégia de busca foi definida com base na estrutura PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) [Santos et al. 2007], utilizando apenas os elementos População, Intervenção e Contexto. As outras dimensões (comparação e saída) resultaram em uma delimitação excessiva, reduzindo os resultados nas buscas, e, portanto, foram omitidas da estratégia de busca. Como mostra a Tabela 1, a estrutura foi utilizada para organizar a *string* de busca.

Tabela 1. Termos e sinônimos usados no PICOC

Dimensão	Termo em português	Termo em inglês
População	Jogos Digitais	<i>Digital Game</i>
Intervenção	Inteligência Artificial	<i>"Artificial Intelligence" OR "AI"</i>
Contexto	Desenvolvimento	<i>Development</i>

Durante a formulação da *string*, foram incluídos sinônimos e traduções em inglês dos termos-chave. A string final foi definida como:

("large language models" OR "llm" OR "generative ai" OR "generative artificial intelligence"
AND
("digital game")
AND
("development" OR "coding" OR "programming" OR "design"))

O estudo foi conduzido em quatro etapas principais: busca, remoção de duplicados, seleção e aceitação. A busca foi realizada por meio de uma string previamente definida, com o objetivo de identificar estudos relevantes nas bases de dados. Em seguida, os registros obtidos passaram pela remoção de duplicatas utilizando o sistema do site Parsifal, garantindo a exclusão de registros repetidos. Na etapa de seleção, foram analisados os títulos e resumos dos estudos para verificar sua adequação aos critérios estabelecidos. Por fim, na etapa de aceitação, foi realizada a leitura completa dos artigos, sendo incluídos apenas aqueles que atenderam integralmente aos critérios definidos.

Em seguida, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão, conforme apresentados na Tabela 2. Os estudos que atendessem a todos os critérios de inclusão foram selecionados para leitura completa, enquanto aqueles que se enquadrassem em ao menos um critério de exclusão foram descartados.

¹<https://dl.acm.org/>

²<http://www.engineeringvillage.com>

³<http://ieeexplore.ieee.org>

⁴<http://www.scopus.com>

⁵<http://www.isiknowledge.com>

Tabela 2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Código	Descrição.
CI-1	Estudo que aborde o uso de inteligência artificial em jogos digitais.
CE-1	Estudo com acesso indisponível para visualização completa nas bases de dados científicas.
CE-2	Estudo com menos de 4 páginas .
CE-3	Estudo duplicado.
CE-4	Estudo que não aborde o uso de Inteligência Artificial em jogos digitais.
CE-5	Estudo que não seja primário.
CE-6	Estudo que não esteja escrito nos idiomas português ou inglês.
CE-7	Estudo que seja prefácio, livro, editorial, resumo, pôster, painel, palestra, mesa-redonda, oficina, keynotes, tutoriais ou demonstração.

Na etapa de aceitação, foram utilizados seis critérios de qualidade (Tabela 3), cada um avaliado com uma pontuação de 0 ou 1, de acordo com seu atendimento. A soma dessas pontuações permitiu avaliar a robustez metodológica dos estudos selecionados.

Tabela 3. Critérios de Qualidade

Código	Descrição
CQ1	O estudo responde a todas as questões de pesquisa?
CQ2	O objetivo do estudo está definido de forma clara?
CQ3	Existe secção de trabalhos relacionados, na qual se diferencia a proposta do estudo de outros trabalhos?
CQ4	A metodologia da pesquisa é claramente definida e apresentada?
CQ5	Os resultados estão claramente apresentados?
CQ6	O estudo apresenta claramente o contexto de autobalanceamento para o qual o jogo foi aplicado?

Para apoio ao planejamento e à organização das referências, foi utilizado o sistema *Parsif.al*⁶. O processo de análise foi dividido em três etapas: remoção de duplicatas (etapa 1), seleção inicial dos estudos (etapa 2) e aceitação final com base nos critérios definidos (etapa 3). Embora o *Parsif.al* tenha sido útil nas etapas iniciais, a organização e análise detalhada dos dados foram realizadas no *Microsoft Excel*.

4.2. Condução do MSL

Foram identificados estudos entre novembro de 2025 e janeiro de 2026. Foram encontrados **467 estudos** na busca utilizando a *string* nas bases de pesquisa⁷. Após a remoção de duplicatas (32 estudos, 6,9%), restaram 435. Na etapa de seleção, 414 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, resultando em 17 estudos selecionados (3,6%), conforme mostrado na Tabela 4. Por fim, a Tabela 5 apresenta os 17 estudos aceitos para análise, identificados por um código (ID), ano de publicação, título e a nota de qualidade do estudo, conforme os critérios estabelecidos.

Tabela 4. Relação de estudos em cada etapa do MSL

Base	Busca	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
		Duplicados		Seleção		Aceitação	
		Removidos	Restantes	Removidos	Restantes	Removidos	Restantes
ACM Digital Library	0	0	0	0	0	0	0
El Compendex	33	13	20	3	17	10	7
IEEE Digital Library	12	1	11	1	10	6	4
Science@Direct	360	1	359	16	343	342	1
Scopus	61	17	44	6	38	28	9
Web of Science	1	0	1	1	0	0	0
Total	467	32	435	27	408	386	21

⁶<https://parsif.al/>

⁷Dados completos: <https://figshare.com/s/604ffbd94d5969299fbf>

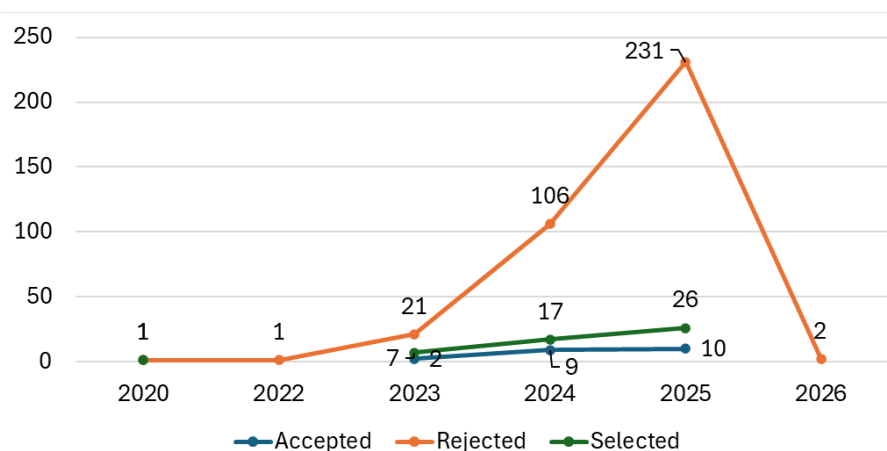
Tabela 5. Estudos aceitos

ID	Ano	Título	Quali.
E-01	2024	AI-Enhanced Illustration: A Time and Cost-Efficient Solution for Indie Developers [Aribarg e Jintawatsakoon 2024]	6
E-02	2023	GENERATIVE AI FOR THE SUPER GAME DESIGNER [Lee e Lee 2023]	6
E-03	2025	A Generative AI Game Jam Case Study from October 2024 [Spjut 2025]	6
E-04	2024	Driving Generative Agents With Their Personality [Klinkert et al. 2024]	6
E-05	2025	Tiled Diffusion [Madar e Fried 2025]	6
E-06	2023	Performance Prediction From Source Code Is Task and Domain Specific [Böck et al. 2023]	6
E-07	2024	Balancing Game Satisfaction and Resource Efficiency: LLM and Pursuit Learning Automata for NPC Dialogues [Jahangiri e Rahmani 2024]	6
E-08	2024	An appraisal-based chain-of-emotion architecture for affective language model game agents [Croissant et al. 2024]	6
E-09	2024	Intention Reading Architecture for Virtual Agents [Gaglio et al. 2024]	6
E-10	2024	AI-Driven NPC Dialogues for Immersive Gameplay: Integrating OpenAI's NLP Technology in Unity-Based Games [Singh et al. 2025]	6
E-11	2024	Development of an LLM-Based Chatbot to Support Learnability in Stardew Valley: A Diary Study Approach [Lee et al. 2025]	6
E-12	2024	LLMs May Not Be Human-Level Players, But They Can Be Testers: Measuring Game Difficulty with LLM Agents [Xiao e Yang 2025]	6
E-13	2024	Collaborative Quest Completion with LLM-driven Non-Player Characters in Minecraft [Rao et al. 2024]	6
E-14	2024	LEVERAGING LLM AGENTS FOR AUTOMATED VIDEO GAME TESTING [Wang et al. 2025]	6
E-15	2024	Enhancing Game AI Behaviors with Large Language Models and Agentic AI [Paduraru et al. 2025]	6
E-16	2024	Creating and Experiencing 3D Immersion Using Generative 2D Diffusion: An Integrated Framework [He et al. 2024]	6
E-17	2024	GameMLD: A Game-Sourced Motion-Language Dataset for Stylized Motion Generation [Fu et al. 2025]	6

5. Resultados

5.1. Análise Preliminar dos Estudos Aceitos

Para cada estudo, são informados o ano de publicação, o título e a pontuação de qualidade após a leitura completa. Como mostra a Figura 2, os estudos sobre *O uso de IA para o desenvolvimento de Jogos digitais* tiveram um aumento expressivo a partir de 2020, com grande impacto do lançamento do GPT-3 em 2020 [Brown et al. 2020] e com 231 artigos em 2025, indicando um interesse crescente na temática. Todos os 17 estudos atingiram a pontuação máxima de qualidade (6 pontos), o que sugere resultados metodologicamente robustos e potencialmente confiáveis.

**Figura 2. Distribuição de estudos.**

Q1 — Em quais fases do ciclo de vida do desenvolvimento de jogos digitais?

A distribuição das aplicações de IA por fase do ciclo de desenvolvimento (Figura 3) indica que a fase de *development* é a mais frequente, aparecendo em 17 estudos (94% - E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, E-15, E-16 e E-17). Em seguida, a fase de *design* está presente em 15 estudos (88% - E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, E-15 e E-16), e a fase de *testing* em 11 estudos (59% - E-04, E-06, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-14, E-15 e E-16). A fase de *concept* ocorre em 9 estudos (53% - E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-08, E-11, E-12 e E-15). Já *enhancement* aparece em 4 estudos (18% - E-01, E-02 e E-05), enquanto *prototyping* e *data_collection* são registradas em 1 estudo cada (6% - E-02 e E-17 Respectivamente).

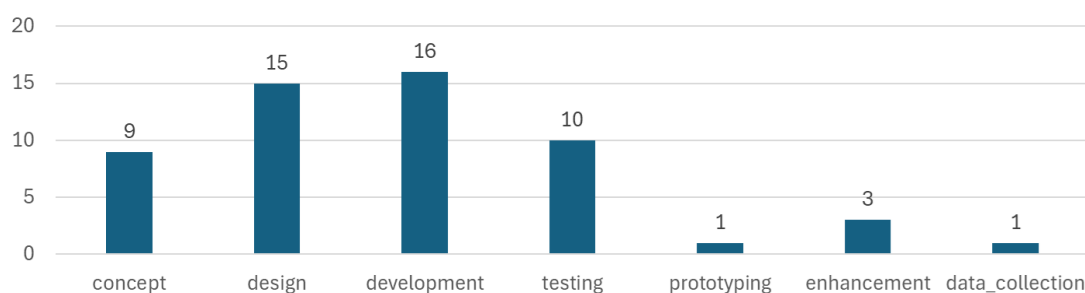


Figura 3. Fases do Desenvolvimento

Q2 — Quais gêneros de jogos digitais são mais frequentemente associados às pesquisas sobre IA?

A distribuição dos gêneros (Figura 4)⁸ nos estudos analisados mostra que RPG é o mais frequente, presente em 4 estudos (24% - E-08, E-10, E-11, E-14), seguido pela categoria Genérico, também com 4 estudos (24% - E-03, E-04, E-06, E-07). Os demais gêneros aparecem em um estudo cada (6%): Estratégia (E-12), Simulação (E-10), Ação (E-17) e Casual (E-13).

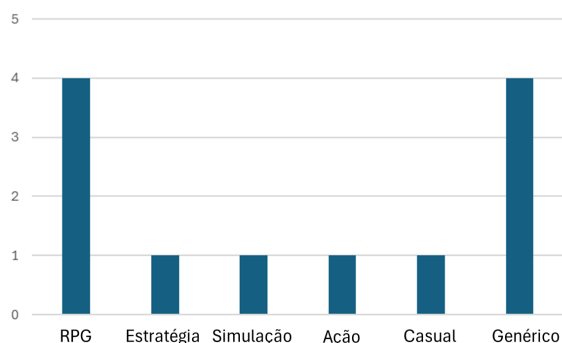


Figura 4. Gêneros de jogos digitais identificados.

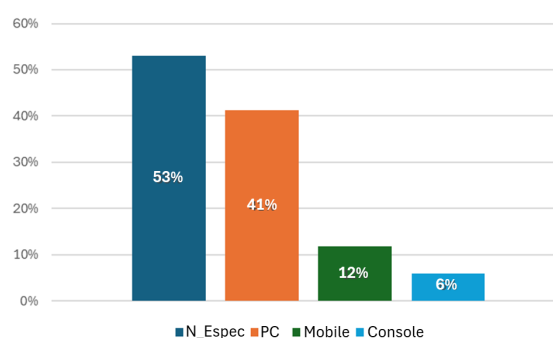


Figura 5. Plataformas.

⁸RPG (progressão e interação narrativa), Estratégia (planejamento), Simulação (modelagem de sistemas), Ação (combate ou execução direta), Casual (minigames de menor complexidade) e Genérico (menções amplas a "video game").

Q3 — Para quais plataformas-alvo os jogos digitais forma desenvolvidos?

A maioria dos estudos não especificou a plataforma (N. Spec - não especificado): (Figura 5), 9 estudos (53% - E-01, E-02, E-03, E-05, E-07, E-11, E-15, E-16 e E-17). Em seguida, a plataforma PC está presente em 7 estudos (41% - E-04, E-06, E-08, E-09, E-12, E-13 e E-14).

A plataforma Mobile aparece em 2 estudos (12% - E-10 e E-14), enquanto Console é registrada em 1 estudo (6% - E-12).

Q4 — Quais técnicas de IA são mais utilizadas no desenvolvimento de jogos digitais?

A distribuição das técnicas ⁹ (Figura 6) de IA indica que LLM é a categoria mais frequente, aparecendo em 9 estudos (53% - E-03, E-04, E-07, E-08, E-10, E-11, E-13, E-14, E-15 e E-17). Em seguida, *Machine Learning* (ML) está presente em 5 estudos (29% - E-01, E-02, E-06, E-08 e E-12), e *Generative Models* em 5 estudos (29% - E-01, E-02, E-03, E-05, E-16 e E-17).

A categoria *Planning* aparece em 4 estudos (24% - E-02, E-09, E-12, E-14 e E-15), enquanto *Reinforcement Learning* (RL) ocorre em 3 estudos (18% - E-07, E-12 e E-14). *Procedural Generation* está presente em 3 estudos (18% - E-02, E-04 e E-05). Já *Agentic/Adaptive Systems* aparece em 3 estudos (18% - E-04, E-15 e E-16), e *Enhancement Tools* em 1 estudo (6% - E-01).

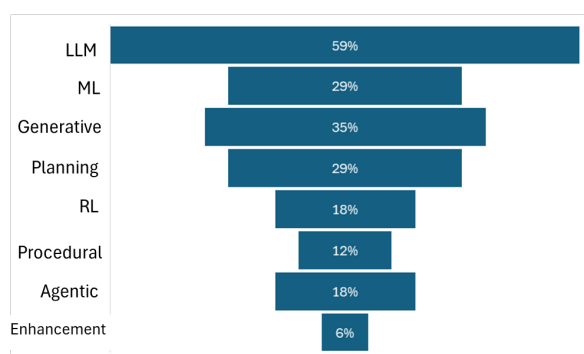


Figura 6. Técnicas de IA

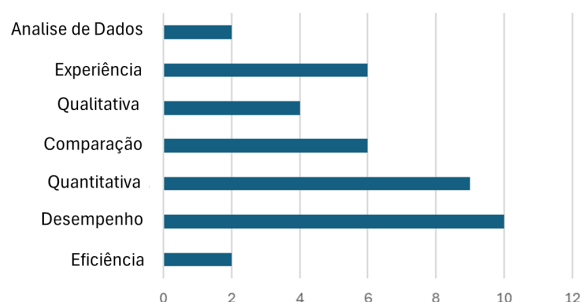


Figura 7. Avaliação

Q5 — Quais métodos são empregados para avaliar as propostas ou implementações de IA?

A maioria dos estudos (Figura 7) concentrou-se em Desempenho, presente em 10 estudos (59% - E-04, E-05, E-06, E-08, E-09, E-12, E-14, E-15, E-16, E-17), seguido por Métricas Quantitativas, com 9 estudos (53% - E-04, E-05, E-06, E-08, E-12, E-14, E-15, E-16, E-17). Os critérios de Comparação e Experiência do Usuário apareceram em 6 estudos cada (35% - Comparação: E-01, E-05, E-06, E-09, E-12, E-14; Experiência do Usuário: E-07, E-08, E-10, E-13, E-16, E-17), enquanto Avaliação Qualitativa foi abordada em 4 estudos (24% - E-02, E-03, E-08, E-11). Os demais critérios tiveram menor representatividade: Eficiência (custo/tempo) e Análise de Dados em 2 estudos cada (12% - Eficiência: E-01, E-07; Análise de Dados: E-10, E-13).

⁹Machine Learning (ML) engloba redes neurais, *deep learning* e adaptações; *Generative Models* inclui GANs, *diffusion models* e modelos multimodais; *Procedural Generation* contempla geração procedural de conteúdo; *Reinforcement Learning* (RL) refere-se a métodos de aprendizado por reforço; *Planning* abrange técnicas de planejamento, máquinas de estados e árvores de comportamento; *Agentic/Adaptive Systems* engloba *agentic AI*, adaptação, RAG e computação afetiva; e *Enhancement Tools* corresponde a ferramentas de aprimoramento assistido por IA.

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A análise de 17 dos 467 estudos revela que a aplicação de IA no desenvolvimento de jogos digitais concentra-se predominantemente nas fases de *development* (94%) e *design* (88%), indicando um foco em etapas intermediárias do ciclo de vida. Em contraste, fases iniciais como *concept* (53%) e etapas posteriores como *enhancement* (18%) são menos exploradas. Em relação aos gêneros de jogos digitais, o predomínio de RPG sugere que a IA tem sido aplicada preferencialmente em contextos que demandam narrativa adaptativa ou interação complexa, embora haja dispersão entre outros gêneros. Quanto às plataformas, a maioria dos estudos não especifica o alvo (53%), e o PC aparece como a plataforma mais citada entre as identificadas (41%), indicando uma possível lacuna na documentação voltada a dispositivos móveis e consoles. As técnicas de IA mais utilizadas são LLMs (53%), seguidas por *Machine Learning* e Modelos Generativos (ambos com 29%), demonstrando a predominância de abordagens baseadas em aprendizado e geração de conteúdo em detrimento de técnicas como Planejamento (24%) e Sistemas Adaptativos (18%).

A avaliação das implementações prioriza métricas de Desempenho (59%) e abordagens Quantitativas (53%), enquanto aspectos como Experiência do Usuário (35%) e Avaliação Qualitativa (24%) são menos frequentes. Esses resultados evidenciam a predominância de critérios técnicos em detrimento de avaliações centradas no jogador. Observa-se, ainda, uma forte ênfase em validação quantitativa e desempenho computacional, enquanto dimensões como a experiência subjetiva do usuário, a ideação inicial e a manutenção pós-lançamento permanecem sub-representadas. Esse cenário sugere que a integração da IA ainda é majoritariamente orientada pela perspectiva da engenharia de software, com menor atenção a abordagens de interação humano-computador e ao *design* centrado no usuário.

As limitações do estudo incluem a seleção de trabalhos restrita a bases de dados científicas indexadas e à *string* de busca definida, o que pode ter excluído contribuições relevantes. Adicionalmente, podem existir vieses decorrentes do processo de seleção conduzido pelos autores. Trabalhos futuros podem expandir o escopo de busca para outras bases, bem como incluir relatórios técnicos da indústria. Recomenda-se também a ampliação da análise para contemplar aspectos relacionados a questões éticas, direitos autorais e uma discussão mais aprofundada de dados qualitativos.

Com base na questão de pesquisa deste estudo — ***Como a Inteligência Artificial é utilizada no processo desenvolvimento de jogos digitais?*** — os resultados indicam que a IA exerce influência significativa principalmente nas fases de *design* e desenvolvimento, contribuindo para a automação de tarefas, geração de conteúdo e apoio a processos técnicos. No entanto, sua presença ainda é limitada em etapas iniciais de concepção e em abordagens centradas na experiência do usuário. Esses achados reforçam a predominância de uma perspectiva orientada à engenharia de software, em detrimento de práticas mais integradas ao *design* centrado no jogador, sugerindo oportunidades para uma adoção mais equilibrada da IA ao longo de todo o ciclo de vida dos jogos digitais.

Referências

- [Annepaka e Pakray 2025] Annepaka, Y. e Pakray, P. (2025). Large language models: A survey of their development, capabilities, and applications. *Knowledge and Information Systems*, 67:2967–3022.

- [Aribarg e Jintawatsakoon 2024] Aribarg, A. e Jintawatsakoon, S. (2024). Ai-enhanced illustration: A time and cost-efficient solution for indie developers. In *2024 8th International Conference on Information Technology (InCIT)*, pages 417–422. IEEE.
- [Arnab et al. 2015] Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., De Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., e De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2):391–411.
- [Basili 1992] Basili, V. R. (1992). *Software modeling and measurement: the Goal/Question/Metric paradigm*. University of Maryland at College Park.
- [Böck et al. 2023] Böck, M., Habchi, S., Nayrolles, M., e Cito, J. (2023). Performance prediction from source code is task and domain specific. In *2023 IEEE/ACM 31st International Conference on Program Comprehension (ICPC)*, pages 35–42. IEEE.
- [Brown et al. 2020] Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., et al. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 33:1877–1901.
- [Callele et al. 2024] Callele, D., Neufeld, E., e Schneider, K. (2024). A stakeholder-centric framework for game design and development. *Entertainment Computing*, 49:100614.
- [Chen et al. 2023] Chen, D., Wang, H., Huo, Y., Li, Y., e Zhang, H. (2023). Gamegpt: Multi-agent collaborative framework for game development. *arXiv preprint arXiv:2310.08067*.
- [Croissant et al. 2024] Croissant, M., Frister, M., Schofield, G., e McCall, C. (2024). An appraisal-based chain-of-emotion architecture for affective language model game agents. *Plos one*, 19(5):e0301033.
- [Fu et al. 2025] Fu, Y., Cheng, Z., Liao, Y., Wang, J., Wang, R., Yue, G., Lv, C., e Zhao, B. (2025). Gamemld: A game-sourced motion-language dataset for stylized motion generation. In *2025 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, pages 1–6. IEEE.
- [Gaglio et al. 2024] Gaglio, G. F., Vinanzi, S., Cangelosi, A., e Chella, A. (2024). Intention reading architecture for virtual agents. In *International Conference on Social Robotics*, pages 488–497. Springer.
- [Goodfellow et al. 2016] Goodfellow, I., Bengio, Y., e Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- [He et al. 2024] He, Z., Zou, X., Wu, P., Fan, L., e Li, X. (2024). Creating and experiencing 3d immersion using generative 2d diffusion: an integrated framework. In *2024 IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops (ICMEW)*, pages 1–6. IEEE.
- [Hou et al. 2024] Hou, X., Zhao, Y., Liu, Y., Yang, Z., Wang, K., Li, L., Luo, X., Lo, D., Grundy, J., e Wang, H. (2024). Large language models for software engineering: A systematic literature review. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 33(8):1–79.
- [Jahangiri e Rahmani 2024] Jahangiri, M. M. e Rahmani, P. (2024). Balancing game satisfaction and resource efficiency: Llm and pursuit learning automata for npc dialogues. In *2024 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, pages 1–6. IEEE.
- [Keele et al. 2007] Keele, S. et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.

- [Kelly et al. 2007] Kelly, H., Howell, K., Glinert, E., Holding, L., Swain, C., Burrowbridge, A., e Roper, M. (2007). How to build serious games. *Communications of the ACM*, 50(7):45–49.
- [Kitchenham et al. 2023] Kitchenham, B., Madeyski, L., e Budgen, D. (2023). Segress: Software engineering guidelines for reporting secondary studies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49(3):1273–1298.
- [Klinkert et al. 2024] Klinkert, L., Buongiorno, S., e Clark, C. (2024). Driving generative agents with their personality. arxiv.
- [Kumaran et al. 2023] Kumaran, V., Rowe, J., Mott, B., e Lester, J. (2023). Scenecraft: Automating interactive narrative scene generation in digital games with large language models. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, volume 19, pages 86–96.
- [Lee e Lee 2023] Lee, J. e Lee, J. (2023). Generative ai for the super game designer. In *Proceedings of the International Conferences on Interfaces and Human Computer Interaction 2023, IHCI 2023; Computer Graphics, Visualization, Computer Vision and Image Processing 2023, CGVCVIP 2023; and Game and Entertainment Technologies 2023, GET 2023*, pages 203–212. IADIS Press.
- [Lee et al. 2025] Lee, J., Yoon, S., Shim, H., e Yoo, Y. (2025). Development of an llm-based chatbot to support learnability in stardew valley: A diary study approach. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '25, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Madar e Fried 2025] Madar, O. e Fried, O. (2025). Tiled diffusion. In *Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition Conference*, pages 7795–7804.
- [Matias et al. 2026] Matias, B. C., Freire, S., Freitas, J., Fronchetti, F., Damevski, K., e Spinola, R. (2026). A survey on large language model impact on software evolvability and maintainability. *arXiv preprint arXiv:2601.20879*.
- [Muratet e Garbarini 2020] Muratet, M. e Garbarini, D. (2020). Accessibility and serious games: What about entity-component-system software architecture? In *Games and Learning Alliance (GALA)*. Springer.
- [Newzoo 2026] Newzoo (2026). Global games market to generate \$175.8 billion in 2021. Accessed: 2026-03-22.
- [Nguyen e Nguyen 2024] Nguyen, V. V. e Nguyen, T. V. (2024). Large language models in software engineering: A systematic review and vision. *Journal of Education for Sustainable Innovation*, 2(2):146–156.
- [Paduraru et al. 2025] Paduraru, C., Paduraru, M., e Stefanescu, A. (2025). Enhancing game ai behaviors with large language models and agentic ai. In *Proceedings of the 33rd ACM International Conference on the Foundations of Software Engineering*, pages 286–296.
- [Rao et al. 2024] Rao, S., Xu, W., Xu, M., Leandro, J., Lobb, K., DesGarennes, G., Brockett, C. J., e Dolan, W. B. (2024). Collaborative quest completion with llm-driven non-player characters in minecraft. *ArXiv*, abs/2407.03460.
- [Rougas 2016] Rougas, B. (2016). A model-driven framework for educational game design. *International Journal of Serious Games*, 3(3):19–37.

- [Santos et al. 2007] Santos, C. M. d. C., Pimenta, C. A. d. M., e Nobre, M. R. C. (2007). A estratégia pico para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15:508–511.
- [Schaffer e Isbister 2024] Schaffer, O. e Isbister, K. (2024). A design framework for reflective play. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–17. ACM.
- [Singh et al. 2025] Singh, D., Banerjee, J., e Pandey, J. (2025). Ai-driven npc dialogues for immersive gameplay: Integrating openai’s nlp technology in unity-based games. In *2025 International Conference on Intelligent Computing and Virtual & Augmented Reality Simulations (ICVARS)*, pages 50–55. IEEE.
- [Siriaraya et al. 2018] Siriaraya, P., Visch, V., Vermeeren, A., e Bas, M. A. (2018). A cookbook method for persuasive game design. *International Journal of Serious Games*, 5(1):37–56.
- [Spjut 2025] Spjut, J. (2025). A generative ai game jam case study from october 2024. In *Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition Conference*, pages 612–618.
- [Togelius et al. 2011] Togelius, J., Yannakakis, G. N., Stanley, K. O., e Browne, C. (2011). Search-based procedural content generation: A taxonomy and survey. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 3(3):172–186.
- [Tower 2021] Tower, S. (2021). State of mobile gaming 2021. Accessed: 2025-04-17.
- [Unity Technologies 2026] Unity Technologies (2026). 2026 game development report. <https://unity.com/blog/2026-unity-game-development-report-trends>. Acesso em: 25 mar. 2026.
- [Wang et al. 2025] Wang, C., Tang, L., Yuan, M., Yu, J., Xie, X., e Bu, J. (2025). Leveraging llm agents for automated video game testing. *arXiv preprint arXiv:2509.22170*.
- [Wang et al. 2024] Wang, Q., Zhao, Y., e Li, J. (2024). A survey on large language models for game design and development. *arXiv preprint arXiv:2411.00308*. Preprint.
- [Winn 2008] Winn, B. (2008). The design, play, and experience framework. In Ferdig, R. E., editor, *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, pages 1010–1024. IGI Global.
- [Worldpay 2021] Worldpay (2021). Microtransactions: Next big thing? Accessed: 2025-04-17.
- [Wu et al. 2025] Wu, Y., Li, X., e Zhang, H. (2025). Integrating game design, design thinking, and computational thinking: A systematic review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1):1–15.
- [Xiao e Yang 2025] Xiao, C. e Yang, Z. (2025). Llms may not be human-level players, but they can be testers: Measuring game difficulty with llm agents. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 9(6):1097–1123.
- [Xu et al. 2022] Xu, F. F., Alon, U., Neubig, G., e Hellendoorn, V. J. (2022). A systematic evaluation of large language models of code. *arXiv preprint arXiv:2202.13169*.
- [Yannakakis e Togelius 2018] Yannakakis, G. N. e Togelius, J. (2018). *Artificial intelligence and games*, volume 2. Springer.