

IA no contexto do design de jogos: uma análise exploratória e prática com LLMs e Modelos Multimodais

Guilherme Ribeiro Figueiredo¹, Tiago França Melo de Lima¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas (ICEA)

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – João Monlevade, MG – Brasil

guilherme.rf@aluno.ufop.edu.br, tiagolima@ufop.edu.br

Resumo. Introdução: A Inteligência Artificial Generativa (IAGen), incluindo Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) e modelos multimodais, permite transformar significativamente o fluxo de trabalho tradicional do design de jogos. **Objetivo:** Este trabalho apresenta uma análise exploratória e prática da integração dessas tecnologias no pipeline de design e desenvolvimento de jogos. **Metodologia:** Diversos modelos de IAGen foram testados e avaliados em tarefas de produção de assets (sprites, cenários, áudio, animações) com critérios ponderados de qualidade, e um jogo de aventura point-and-click 2D de comédia foi desenvolvido como estudo de caso, da concepção a uma demo jogável. **Resultados:** Além da demo e dos artefatos relacionados (GDD, protótipos, artes), a principal contribuição é o relato de experiência do uso de IAGen como apoio à produção de recursos audiovisuais, ampliando a capacidade de equipes independentes e acadêmicas sem especialistas em arte. **Trabalhos futuros** incluem novos estudos de caso com jogos de outros gêneros. **Palavras-Chave** Inteligência Artificial Generativa, Design de Jogos, LLMs, Modelos Multimodais, Prototipagem de Jogos, Jogos Independentes.

1. Introdução

A indústria de jogos digitais movimenta receitas globais superiores a US\$ 200 bilhões anuais, com mais de três bilhões de jogadores [PWC 2023]. Ainda assim, desenvolver jogos permanece uma atividade complexa e multidisciplinar, exigindo competências em programação, artes visuais, composição musical, escrita criativa e UI/UX. Esse desafio é ainda maior para desenvolvedores independentes ou em contexto acadêmico, com recursos limitados [Calhabeu e Lima 2025].

A evolução da Inteligência Artificial Generativa (IAGen) abriu novas possibilidades para auxiliar ou automatizar etapas trabalhosas do pipeline de produção de jogos: LLMs apoiam narrativas, diálogos, código e documentação; modelos de imagem geram *sprites*, cenários e interfaces; e modelos de áudio produzem trilhas, vozes e efeitos sonoros. Apesar de trabalhos recentes explorarem essas tecnologias em jogos [Ternar et al. 2026, Heslinga et al. 2025, Lee et al. 2023], há uma lacuna de estudos que examinem, de forma integrada, sua aplicabilidade em todas as etapas do processo (da concepção à entrega de um produto jogável) cobrindo simultaneamente texto, imagem, áudio e vídeo em um cenário real de desenvolvimento independente.

Este trabalho apresenta uma análise exploratória e prática dessa integração, em duas etapas: (i) levantamento e avaliação comparativa de modelos de IAGen para produção de conteúdos textuais, visuais e sonoros; e (ii) desenvolvimento de um jogo de aventura 2D como estudo de caso.

2. Fundamentação teórica e trabalhos relacionados

A IAGen designa modelos de aprendizagem de máquina capazes de produzir conteúdos originais (texto, imagem, áudio, vídeo, código) a partir de instruções em linguagem natural, impulsionados por arquiteturas transformer e modelos de difusão [Banh e Strobel 2023]. No contexto de jogos, LLMs (ex. GPT, Claude, Gemini) apoiam GDDs, roteiros e código; modelos de imagem (ex. Stable Diffusion, Midjourney, DALL-E) geram concept art, texturas e ilustrações; modelos de áudio compõem trilhas (ex. Suno, Udio), sintetizam vozes (ex. ElevenLabs) e criam efeitos sonoros; e modelos de vídeo (ex. Sora, Veo, Runway) começam a viabilizar *cutsscenes* e animações.

Trabalhos recentes investigam usos específicos: geração procedural de níveis e *quests* com LLMs [Sudhakaran et al. 2023], criação de *tilesets* com modelos de difusão [Dai et al. 2024] e integração de geração procedural assistida por IA no fluxo do designer [Bomström 2018]. Estudos exploratórios com desenvolvedores *indie* discutem fluxos colaborativos humano-IA [Panchanadikar e Freeman 2024, Panchanadikar e Freeman 2026]. Porém, esses trabalhos focam em uma única modalidade ou fase do pipeline. O presente trabalho se distingue por avaliar as quatro modalidades e cobrir todas as fases em um estudo de caso integrado de jogo independente.

3. Metodologia

Adotou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e prática, organizada em quatro passos encadeados: (1) levantamento dos tipos de conteúdo que podem ser necessários no desenvolvimento de um jogo; (2) teste e avaliação comparativa de diversos modelos de IAGen para gerar esses tipos de conteúdo, com seleção dos melhores por modalidade; (3) ideação para gerar e escolher ideias de jogos a serem usadas como estudos de caso; e (4) aplicação dos modelos selecionados na geração dos conteúdos específicos do primeiro estudo de caso, com desenvolvimento e disponibilização de uma demo. As particularidades do universo 3D serão tratadas em trabalhos futuros.

3.1. Levantamento dos tipos de conteúdo

A partir da análise do pipeline típico de produção de jogos 2D e da experiência prévia dos autores, foram identificados os tipos de artefatos não-programáveis demandados em um fluxo de desenvolvimento, distinguindo conteúdos de jogo (que integram o produto final) de conteúdos de projeto (que apoiam o processo). A Tabela 1 ilustra parte dos elementos identificados, organizados nas modalidades texto, imagem, áudio e vídeo.

Tabela 1. Exemplos de tipos de conteúdo de jogos para uso de IAGen

Tipo	Conteúdo de jogo	Conteúdo de projeto
Texto	Diálogos, descrição de itens, texto narrativo	Documentação, roteiro, <i>lore</i>
Imagem	Sprites, cenários, texturas, elementos de interface	<i>Concept arts</i> , diagramas
Áudio	Trilha sonora, diálogos (voz), efeitos sonoros	Trilha sonora (trailer), narração
Vídeo	<i>Cutsscenes</i> , animações	Trailer

3.2. Avaliação comparativa de modelos de IAGen

Para cada tipo de conteúdo, modelos candidatos foram selecionados por popularidade, disponibilidade de versão gratuita, capacidades e cobertura modal. Conteúdos de jogo e de projeto foram então gerados e avaliados, com registro em planilha dos prompts,

modelos e resultados. Utilizou-se um esquema de notas (1 a 5) com pesos por critério. Para imagens (Tabela 2): resolução, qualidade visual, enquadramento, alinhamento ao *prompt*, tamanho máximo de *prompt*, presença e legibilidade de texto e ausência de alucinações visuais. Para áudio: ruídos/cortes, clareza, naturalidade de voz e coerência de estilo. Para vídeo: critérios de imagem e áudio acrescidos de métricas de movimento (estabilidade temporal, permanência de objetos e sincronia audiovisual).

Tabela 2. Critérios e pesos utilizados na avaliação da geração de imagens

Métrica	Descrição	Peso
Resolução	Definição técnica da imagem em <i>pixels</i> .	1
Qualidade Visual	Nitidez e ausência de borrões ou pixelização.	2
Enquadramento	Respeito aos limites da área de visão.	1
Alinhamento com <i>Prompt</i>	Fidelidade ao estilo e conteúdo proposto.	3
Tamanho do <i>Prompt</i>	Quantidade total de caracteres/tokens máxima permitida no <i>prompt</i> .	2
Texto	Presença de caracteres (Sim/Não).	1
Legibilidade	Clareza de leitura dos textos gerados.	2
Alucinações	Ausência de erros anatômicos ou lógicos.	3

3.3. Ideação e seleção dos estudos de caso

A ideação foi realizada sem auxílio de IAGen (apenas ideias originais dos autores foram consideradas). O processo criativo foi estruturado como um funil de geração e refinamento: *brainstorming* livre, sem restrições de *gameplay* ou estilo visual; refinamento das melhores ideias com detalhamento de *storytelling*, *gameplay* e UI/UX; e seleção final considerando viabilidade técnica e variabilidade de aspectos de game design.

3.4. Desenvolvimento e avaliação da demo

O conceito do primeiro estudo de caso foi formalizado em um GDD de página única, definindo regras, mecânicas centrais de interação, estilo visual e *core gameplay loop*. Os modelos selecionados no passo 2 foram então aplicados à geração dos conteúdos específicos do jogo, e o demo foi desenvolvido na *engine Unity* em fluxo iterativo assistido por IAGen, com participação ativa dos autores em todas as decisões criativas (*human-in-the-loop*). A avaliação preliminar da demo foi realizada por inspeção dos próprios autores, verificando a consistência visual e narrativa dos *assets* integrados; testes formais com jogadores estão previstos para trabalhos futuros.

4. Resultados

Os resultados são apresentados em correspondência com os passos metodológicos: os modelos selecionados por modalidade (4.1), as ideias geradas e o estudo de caso escolhido (4.2) e os conteúdos produzidos para o jogo, consolidados na demo (4.3).

4.1. Modelos selecionados por modalidade

Texto: três LLMs (ChatGPT 5.2, Gemini 3 Pro e Claude) foram comparados em tarefas de refinamento narrativo, assumindo a persona de Narrative Designer e estruturando a saída rigorosamente no formato Story Spine. Os três mantiveram a coerência estrutural exigida, mas o Claude destacou-se pela criatividade superior e pelo menor desvio em relação à versão autoral, sendo selecionado para o refinamento narrativo; o Gemini 3 Pro foi adotado como refinador de prompts para as demais modalidades.

Áudio: para trilhas, foram testados Suno AI, ElevenLabs, Udio, Stable Audio Open e Ace Step Model; o Suno AI foi selecionado pela fidelidade instrumental e vocal,

geração automática de letras, facilidade de refinamento no plano gratuito e licenciamento acessível. Para efeitos sonoros, foram testados ElevenLabs, Stable Audio Open, KlingAI, SFX Engine e Adobe Firefly; KlingAI e Adobe Firefly destacaram-se pela alta fidelidade a prompts curtos (*text-to-audio*) e pela viabilidade de uso comercial no plano gratuito.

Imagem: seis modelos foram avaliados para geração de *sprites* e cenários. O ecossistema Google liderou, com o Gemini Nano Banana Pro seguido pelo Flow Studio Nano Banana Pro. O Gemini foi favorecido pelo critério de resolução (geração nativa em 2K, contra HD do Flow Studio). Mas o contraste entre controle versus qualidade real foi percebido em testes pontuais, por exemplo na geração de imagens do personagem João (Fig. 1a e Tabela 3). Neste recorte específico, o *Flow Studio* ficou em primeiro lugar e se destacou por seguir fielmente as instruções, enquanto o *Gemini* teve queda de desempenho devido à presença de alucinações visuais e falta de alinhamento com o *prompt*.



Figura 1. Exemplos de sprites de imagens

Tabela 3. Exemplo da tabela de avaliação de imagens (Personagem João)

Nome do Teste	Nota (%)	Pts Totais (max 71)	Texto? (Peso 1)	Legível? (Peso 2)	Resol. (Peso 1)	Qual. Visual (Peso 2)	Enquad. (Peso 1)	Alinh. Prompt (Peso 3)	Alucinações (Peso 3)	Tam. Prompt (Peso 2)
Flow Studio	81,7	58	FALSO	0	3	5	5	5	5	5
KlingAI	76,1	54	FALSO	0	4	5	5	5	4	4
NetaYume Lumina	71,8	51	FALSO	0	3	5	4	5	3	5
Gemini	70,4	50	FALSO	0	4	5	5	4	3	5
Cheyenne	56,3	40	FALSO	0	3	4	4	3	2	5
Juggernaut XL	53,5	38	FALSO	0	3	4	5	3	1	5

Vídeo: entre as IAs analisadas, destacou-se o Flow Studio Veo 3.1 Fast, com bons resultados, poucos artefatos e excelente controle a partir de imagens de *input*; por restrições de tempo, a análise aprofundada foi adiada para os próximos estudos de caso.

4.2. Ideias geradas e estudo de caso escolhido

O funil criativo produziu um repositório de 100 conceitos originais de jogos, dos quais 10 propostas refinadas foram detalhadas e validadas, resultando na seleção de cinco propostas viáveis e diversas em mecânica, gênero e estilo (portfólio de estudos de caso do projeto). O primeiro jogo escolhido foi *PinkBob J. e o Enigma do Rum*, um *adventure point-and-click 2D* de comédia em que o pirata PinkBob J. acorda em uma praia, dentro de um barril e completamente despido, e precisa descobrir a inusitada relação entre um feijão, um bambu e sua amnésia. A escolha decorreu do potencial narrativo do gênero e da viabilidade de exercitar uma ampla gama de ferramentas de IA em um jogo 2D. O GDD de página única resultante funcionou como âncora do projeto, assegurando que cada *asset* gerado estivesse em concordância com a visão criativa documentada.

4.3. Conteúdos do jogo e demo

Narrativa: partindo do *Story Spine* elaborado pelos autores, o refinamento assistido pelo Claude produziu um *Story Spine* híbrido, que integrou as melhores sugestões da IA sem abrir mão da estrutura autoral, guiando toda a produção de *assets*. Áudio: o pipeline consolidado parte do *Story Spine* e de instruções específicas fornecidas ao Gemini 3 Pro, que traduz o contexto narrativo em um *prompt* refinado com termos técnicos musicais, alimentando o Suno AI (trilhas) ou o KlingAI/Firefly (efeitos sonoros).

Personagens: o *Story Spine* e referências de *The Secret of Monkey Island* foram enviados ao Gemini para elaborar o *prompt* inicial, que gerou a imagem base do PinkBob no Flow Studio. Com essa imagem como referência, novos *prompts* extraíram um *sprite sheet* de caminhada e de interações no mesmo estilo (Figura 1b). Esse ciclo LLM → gerador de imagem consolidou-se em um fluxo estruturado de produção de personagens (Figura 2), replicado para NPCs e objetos, sempre usando a imagem do protagonista como guia estético para garantir consistência visual.

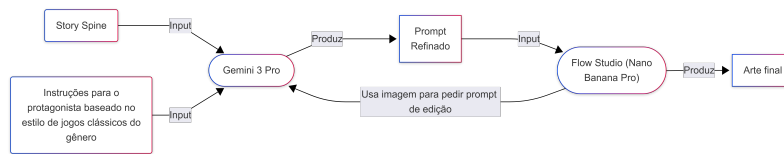


Figura 2. Fluxo de geração das artes de personagens

Cenários: adotou-se a técnica de *sketch-to-image* em fluxo iterativo e híbrido: rascunhos manuais definem a estrutura da cena (portas, mobiliário, pontos de interesse) e, junto com o *Story Spine* e a imagem do protagonista, são enviados ao Gemini 3 Pro, que produz um *prompt* refinado; *prompt* e rascunho alimentam então a funcionalidade *image-to-image* do Flow Studio. O resultado são cenários que preservam a estrutura esboçada com estética profissional (Figura 3a). A mesma estratégia converteu o rascunho do mapa das ilhas em asset final (Figura 3b), guia visual da geografia do mundo de jogo. Ao final, os assets foram integrados na Unity, resultando na demo jogável do primeiro episódio.

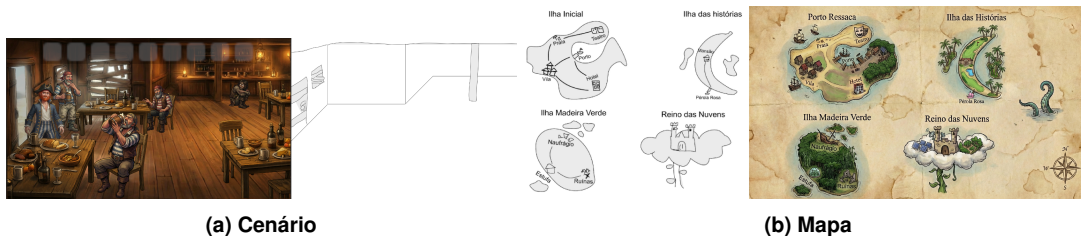


Figura 3. Protótipos feitos à mão x Arte final gerada

5. Considerações Finais

Este trabalho avaliou e validou um fluxo híbrido de produção de jogos, com ferramentas de IAGen atuando como auxiliares em atividades criativas. No primeiro estudo de caso, a produção da versão demo do jogo *PinkBob J. e o Enigma do Rum* demonstrou a viabilidade para desenvolvedores individuais ou pequenas equipes obter resultados satisfatórios em qualidade, eficiência e custos. Entre as limitações, a necessidade de

combinar múltiplos serviços de diferentes provedores e de frequente atualização das avaliações devido à rápida evolução dos modelos. Trabalhos futuros incluem novos estudos de caso, inclusive em 3D, visando consolidar um guia prático para que estudantes, hobbistas, profissionais e pequenas equipes integrem IAGen à produção de conteúdos audiovisuais, que é frequentemente uma grande barreira para “tirar ideias do papel”.

Referências

- Banh, L. e Strobel, G. (2023). Generative artificial intelligence. *Electronic Markets*, 33(1):63.
- Bomström, H. (2018). Improving video game designer workflow in procedural content generation-based game design: a design science approach. Master's thesis, University of Oulu.
- Calhabeu, G. e Lima, T. (2025). Design e desenvolvimento de um jogo independente - relato de experiência em um contexto acadêmico. In *Anais do XXIV Simp. Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 405–418, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Dai, S., Zhu, X., Li, N., Dai, T., e Wang, Z. (2024). Procedural level generation with diffusion models from a single example. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. AAAI Press.
- Heslinga, A., Dalla Chiesa, C., e Loots, E. (2025). The adoption of generative ai in video game production: Firm and industry-level dynamics. In *Artificial Intelligence in the Cultural and Creative Sectors*, pages 251–266. Routledge.
- Lee, J., Eom, S.-Y., e Lee, J. (2023). Empowering game designers with generative AI. *IADIS Int. Journal on Computer Science & Information Systems*, 18(2):213–230.
- 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.*, 8(CHI PLAY).
- Panchanadikar, R. e Freeman, G. (2026). A Potential Teammate?: Understanding How Indie Game Developers Approach Generative AI's Involvement in Their Small-Scale Creative Teamwork. In *Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '26, New York, NY, USA. ACM.
- PWC (2023). Pesquisa Global de Entretenimento e Mídia 2023–2027. <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/setores-atividades/entretenimento-midia/2024/tl-pesquisa-global-de-entretenimento-e-midia-2023-2027.pdf>. Acessado em: 15/04/2026.
- Sudhakaran, S., González-Duque, M., Freiburger, M., Glanois, C., Najarro, E., e Risi, S. (2023). MarioGPT: open-ended text2level generation through large language models. In *Proceedings of the 37th International Conference on Neural Information Processing Systems*, NIPS '23, Red Hook, NY, USA. Curran Associates Inc.
- Ternar, D.-A., Denisova, A., Cunha, J. M., Kultima, A., e Guckelsberger, C. (2026). Generative ai in game development: A qualitative research synthesis. In *Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–24.