

Manual Prático de Uso de Inteligência Artificial Gerativa na Criação de Modelos 3D para Jogos Digitais

Emily Sayuri Kiba¹, Aldo von Wangenheim¹

¹Departamento de Informática e Estatística

Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Abstract. This work investigates the use of Generative Artificial Intelligence, particularly the Stable Diffusion model, applied to 3D modeling and its integration into digital game development. The objective was to develop a practical guide that demonstrates how these techniques can support the generation of ideas, visual concepts, meshes, and textures for three-dimensional models. The methodology involved hands-on experimentation with different workflows using Stable Diffusion and auxiliary tools, evaluating the quality of the results and their applicability in the 3D creation process. As a result, a practical manual was produced to guide beginners in the agile creation of 3D assets, along with the development of a game prototype in Unreal Engine 5 using AI-generated elements. The results indicate that generative AI can significantly reduce production time and improve accessibility to modeling processes, especially for novice users. The contributions of this study include the systematization of an accessible workflow and the demonstration of AI's potential as a support tool for 3D modeling in games.

Keywords: Generative Artificial Intelligence. Stable Diffusion. 3D Modeling. Game Engine.

Resumo. Este trabalho investiga o uso de Inteligência Artificial (IA) Gerativa, em especial o modelo Stable Diffusion, aplicada à modelagem tridimensional (3D) e sua integração no desenvolvimento de jogos digitais. O objetivo foi elaborar um manual prático que demonstra como essas técnicas podem apoiar a geração de ideias, conceitos visuais, malhas e texturas para modelos tridimensionais. A metodologia envolveu experimentação prática com diferentes fluxos de trabalho utilizando Stable Diffusion e ferramentas auxiliares, avaliando a qualidade dos resultados e sua aplicabilidade no processo de criação 3D. Como resultado, foi produzido um manual prático que orienta iniciantes na criação ágil de ativos 3D, além da construção de um protótipo de jogo na Unreal Engine 5 utilizando elementos gerados por IA. Os resultados indicam que a IA gerativa pode reduzir significativamente o tempo de produção e facilitar o acesso a processos de modelagem, especialmente para usuários iniciantes. As contribuições deste estudo incluem a sistematização de um fluxo de trabalho acessível e a demonstração do potencial da IA como ferramenta de apoio à modelagem 3D em jogos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Gerativa. Stable Diffusion. Modelagem 3D. Game Engine.

1. Introdução

A modelagem 3D é essencial na criação de jogos digitais, animações e experiências imersivas, mas o desenvolvimento de ativos 3D exige tempo, habilidades técnicas e conhecimento especializado. Apesar disso, a demanda por conteúdo 3D em jogos digitais tem crescido exponencialmente, o que impõe desafios significativos para os criadores de jogos.

mento em arte digital. Com o crescente interesse de desenvolvedores e entusiastas sem formação em computação gráfica, surge a necessidade de ferramentas que facilitem o processo criativo e acelerem a produção de conteúdo.

Recentemente, modelos de IA gerativa, como o Stable Diffusion, popularizaram-se por permitir a geração de imagens e texturas a partir de descrições textuais ou imagens de referência, oferecendo recursos como inpainting, upscaling, ControlNet e *Low-Rank Adaptation* (LoRA). Essas técnicas ajudaram a popularizar a IA gerativa, tornando-a poderosa para design conceitual em qualquer disciplina que exija criatividade visual, incluindo estágios iniciais de projetos arquitetônicos, como ideação, esboço e modelagem (Ploennigs; Berger, 2023). As capacidades gerativas dessas ferramentas provavelmente alteraram fundamentalmente os processos criativos, influenciando a forma como ideias são formuladas e transformadas em produtos (Epstein; Hertzmann, 2023).

Apesar de permitir prototipagem rápida e acelerar o design, a IA gerativa apresenta curva de aprendizado significativa, exigindo compreensão de parâmetros e entradas para gerar resultados desejados. Diante disso, este trabalho propõe a aplicação dessas ferramentas na modelagem 3D para jogos digitais, com a elaboração de um manual prático que sistematiza fluxos de trabalho com Stable Diffusion e suas interfaces Automatic1111 e ComfyUI, e a criação de um protótipo de jogo na Unreal Engine 5 que demonstra a integração de ativos e personagens gerados por IA. Os resultados indicam que tais ferramentas facilitam a modelagem 3D para iniciantes, apoiam o processo criativo e promovem eficiência, democratização do acesso e inovação na criação de conteúdo digital.

1.1. Objetivos

O objetivo deste trabalho é investigar o uso de ferramentas de IA gerativa na criação de imagens e modelos 3D para apoiar o desenvolvimento visual de jogos digitais. Busca-se demonstrar como essas ferramentas podem agilizar a concepção de personagens, objetos e cenários, além de gerar modelos 3D a partir de imagens, consolidando os procedimentos em um manual prático voltado a iniciantes.

Os objetivos específicos incluem explorar conceitos de IA gerativa, investigar interfaces como Automatic1111 e ComfyUI, aplicar técnicas de Image-to-3D, desenvolver o manual prático, avaliar o impacto no processo criativo e criar um protótipo de jogo utilizando os ativos gerados.

2. Fundamentação Teórica e Ferramentas Utilizadas

O presente estudo utiliza o Stable Diffusion, um modelo de difusão latente, que permite gerar imagens de alta qualidade a partir de descrições textuais ou imagens de referência. Os modelos de difusão operam adicionando ruído progressivamente a uma imagem e, em seguida, removendo-o iterativamente, o que possibilita a criação de conteúdos visuais detalhados e controláveis. Eles são considerados uma classe de modelos de IA gerativa capazes de gerar imagens de alta qualidade, ao contrário de outros modelos, como *Generative Adversarial Network* (GAN) e *Variational Autoencoder* (VAE), que apresentam dificuldades para produzir imagens detalhadas em alta resolução (Ahirwar, 2023).

Para a geração de imagens e a criação de referências para modelos 3D, foram aplicadas técnicas como:

- **Text-to-Image:** geração de imagens a partir de *prompts* textuais.

- **Image-to-Image**: transformação de uma imagem inicial guiada por prompt textual, mantendo a estrutura da imagem original.
- **Inpainting**: modificação localizada de imagens, permitindo apagar ou substituir partes específicas.
- **ControlNet**: adição de controles estruturais, como esboços ou poses, para guiar a geração.
- **LoRA**: adaptação de modelos de grande escala para estilos específicos, com menor custo computacional.

Para manipular o Stable Diffusion de forma prática, foram utilizadas duas interfaces gráficas:

- **Automatic1111**: interface popular, intuitiva e com amplo suporte a extensões, adequada para experimentação geral.
- **ComfyUI**: interface baseada em nós, que permite maior controle sobre cada etapa do fluxo de geração, sendo eficiente para criar mapas de texturas e ativos 3D complexos, com ganho de performance em workflows mais avançados.

Nos últimos anos surgiram também ferramentas voltadas diretamente para modelagem 3D baseada em IA, como Meshy AI e Hunyuan 3D, que permitem gerar malhas 3D a partir de imagens ou descrições textuais. Neste estudo, essas ferramentas foram utilizadas para apoiar a criação de modelos tridimensionais dentro do fluxo de produção de jogos digitais, permitindo a geração e o ajuste de ativos 3D de forma prática e ágil.

3. Metodologia e Desenvolvimento

Este estudo propôs um fluxo de trabalho para utilização de IA gerativa na criação de ativos 3D para jogos digitais, consolidado em um manual prático que abrange desde a configuração do ambiente até a integração dos ativos no protótipo de jogo. O manual detalha a instalação e configuração do Stable Diffusion, utilizando as interfaces Automatic1111 e ComfyUI, destacando suas principais diferenças em termos de usabilidade e desempenho.

3.1. Geração de imagens

Na etapa de geração de imagens, o manual detalha os parâmetros mais importantes que influenciam o resultado final, como número de steps, *Classifier-Free Guidance (CFG) scale*, tamanho da imagem, *denoise strength* e escolha de modelos. São fornecidos exemplos visuais comparativos para demonstrar como cada parâmetro altera o resultado. O manual também indica em cada interface onde esses parâmetros podem ser ajustados, oferecendo maior controle e precisão sobre a geração de imagens.

Além disso, são fornecidos fluxos de trabalho para geração de mapas de texturas *Physically Based Rendering (PBR)*, essenciais para materiais 3D realistas, permitindo que o usuário reproduza a criação de texturas consistentes com os modelos gerados.

Para ComfyUI, todos esses fluxos estão disponibilizados em arquivos JSON, correspondentes a cada técnica, garantindo que o usuário possa reproduzir exatamente os processos demonstrados no manual. A Figura 1 apresenta um exemplo do workflow de Image-to-Image no ComfyUI, evidenciando o encadeamento de nós e configurações utilizadas para gerar imagens refinadas a partir de referências existentes.

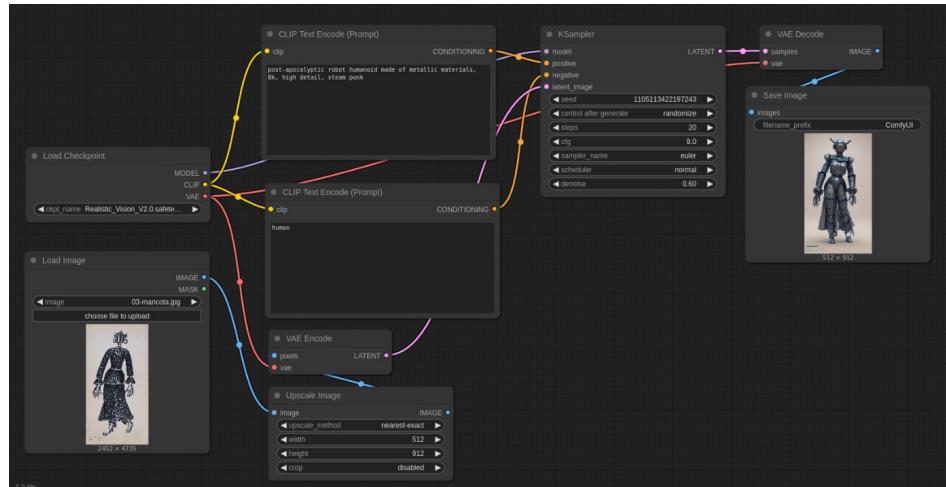


Figura 1. Workflow de técnica image-to-image. Fonte: autoria própria

3.2. Geração de modelos 3D

As imagens geradas na etapa anterior serviram como base para a criação de modelos 3D, realizada com ferramentas de Image-to-3D — Hunyuan 3D 2.0, Hunyuan 3D 2.5 e Meshy AI. No manual foca especialmente no Hunyuan 3D 2.0, desenvolvido pela Tencent, por permitir a execução local sem limites de uso. Esta ferramenta possibilita criar malhas 3D otimizadas e gerar mapas de textura realistas a partir de uma única imagem 2D. Segundo o artigo publicado pela *Towards Deep Learning*, o Hunyuan 3D 2.0 representa um avanço significativo ao democratizar uma tecnologia antes acessível apenas a profissionais especializados, oferecendo aplicabilidade prática para áreas como jogos, cinema, animação e impressão 3D, além de reduzir custos na produção de ativos 3D.

O fluxo de trabalho utilizado para gerar modelos 3D a partir de uma imagem com o Hunyuan 3D 2.0 é ilustrado na Figura 2. Este workflow demonstra as etapas principais, desde a importação da imagem gerada pela IA até a produção do modelo 3D final, incluindo ajustes manuais quando necessários para correção de topologia, geometria ou texturas.

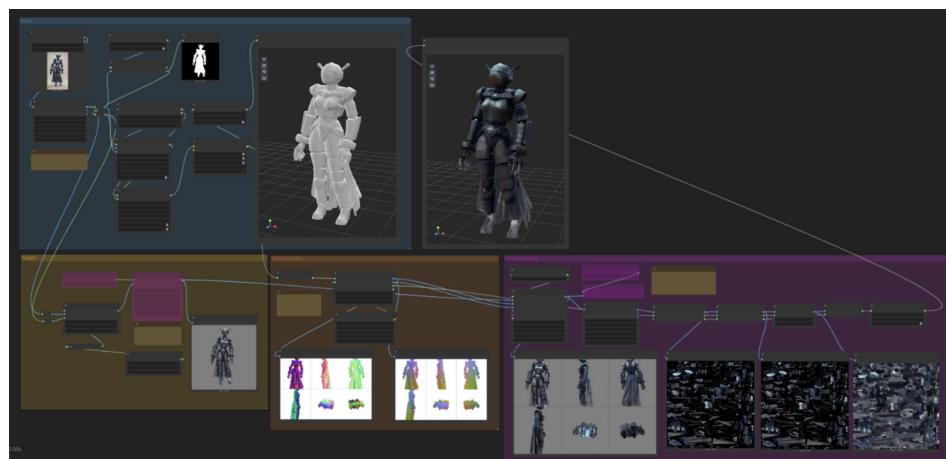


Figura 2. Workflow de geração de modelo 3D a partir de imagem utilizando Hunyuan 3D 2.0. Fonte: autoria própria

Embora todas as ferramentas permitam gerar modelos 3D a partir de imagens, foi identificada variação na qualidade final, especialmente em topologia, fidelidade da textura e precisão estrutural. Essas diferenças podem exigir ajustes manuais no Blender para garantir geometria, topologia e texturização adequadas. Os principais problemas identificados e suas soluções estão resumidos na Tabela 1.

Problema	Correção / Solução
Malha colada	Ajuste manual no Blender (Knife bisset ou deletar face diretamente)
Texturas incorretas ou incompletas	Aplicação e correção manual de texturas, retoque visual no Blender
Shader mal configurado	Ajuste de parâmetros de Shader no Blender

Tabela 1. Principais problemas em modelos 3D gerados por IA e correções aplicadas. Fonte: autoria própria

3.3. Aplicação de Esqueleto

Posteriormente, os modelos 3D passam pela etapa de aplicação de esqueleto (*rigging*), essencial para possibilitar animações e a integração no protótipo de jogo na Unreal Engine 5. O manual aborda duas abordagens principais para rigging:

O rigging manual exige precisão no alinhamento do esqueleto com a malha do personagem, garantindo que os ossos e vértices estejam corretamente associados e prevendo deformações durante a animação. O processo envolve:

- **Ajuste do Esqueleto:** o esqueleto é posicionado de acordo com a anatomia do modelo.
- **Conexão com a Malha:** associação da malha ao esqueleto, geralmente com pesos automáticos de influência.
- **Correção de Influência de Pesos (*Weight Painting*):** ajustes manuais quando a associação automática não é precisa, utilizando a ferramenta de pintura de pesos no Blender.
- **Exportação:** o modelo rigged é exportado no formato .fbx para utilização na Unreal Engine 5.

O rigging automático proporciona maior agilidade, mas ainda pode exigir ajustes manuais, especialmente dependendo da topologia da malha, que pode impedir a identificação correta de membros e a aplicação automática do esqueleto:

- **Plataformas de IA:** Hunyuan 3D 2.5 e Meshy AI permitem gerar modelos 3D já com esqueleto aplicado.
- **Blender Rigify:** *add-on* que realiza *auto-rigging* a partir de um metarig, permitindo ajustes finos.
- **Mixamo:** ferramenta online para criação rápida de esqueletos humanoides com animações pré-definidas.

3.4. Criação de Jogo

O protótipo desenvolvido integrou os modelos 3D gerados por IA em um ambiente interativo na Unreal Engine 5, demonstrando a aplicação prática dos ativos digitais. O sistema de regras e interações foi implementado utilizando *Blueprints*, com o objetivo de apresentar a funcionalidade dos modelos em um contexto de jogo.

A mecânica principal consiste na coleta de gemas para acumular pontos, sendo que gemas menores contribuem com pontuações parciais, enquanto a gema final vale 100 pontos. O acesso à gema de maior valor é condicionado à ativação de duas plataformas interativas, que reduzem a pontuação do jogador como custo de progressão. Uma vez que ambas as plataformas são ativadas, a barreira que bloqueia a gema final é removida, permitindo que o jogador conclua o objetivo do jogo.

Para aumentar a imersão, foram aplicadas técnicas de texturização avançada e inserção de elementos de cenário, como vegetação e objetos adicionais, utilizando ferramentas como *Foliage Tool*, *tiling*, *texture bombing* e *blending*.

4. Resultados

4.1. Resultados da Geração dos Modelos 3D

A Figura 3 apresenta um exemplo representativo do fluxo utilizado neste trabalho. A imagem original da personagem Maricota, de Franklin Cascaes, foi utilizada como entrada para a geração de uma variação estilizada por IA. Em seguida, essa imagem processada serviu como base para a etapa de Image-to-3D, resultando no modelo 3D exibido na figura.

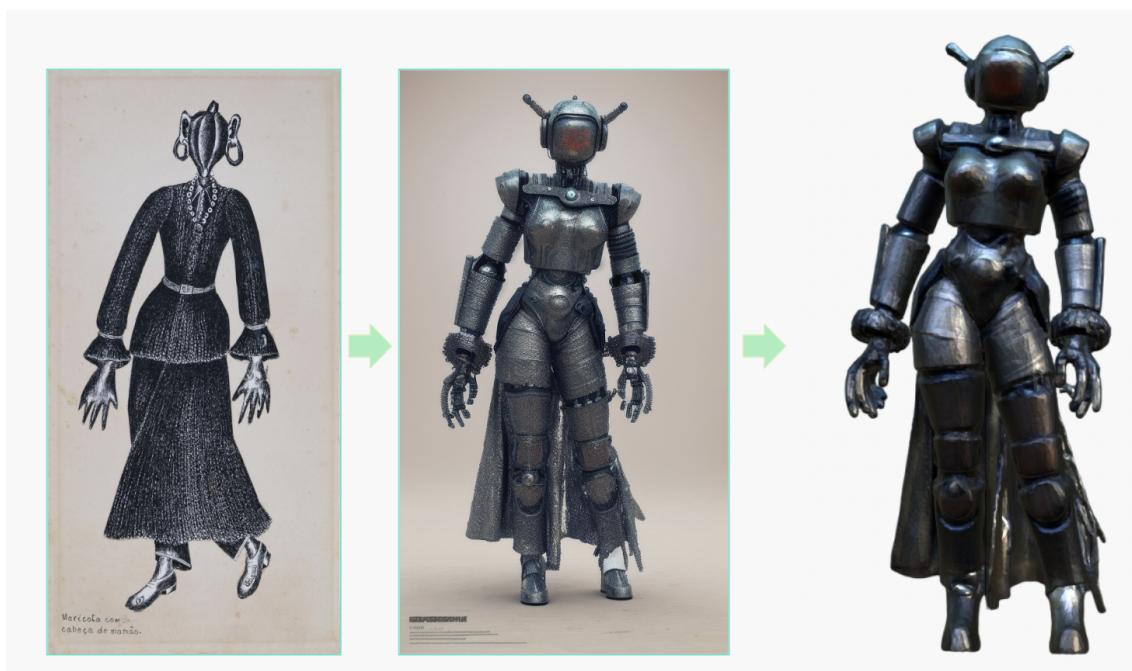


Figura 3. Processo de criação de personagem 3D. Fonte: autoria própria

4.2. Comparação de modelos que geram malha 3D

Foram utilizadas diferentes ferramentas de Image-to-3D — Hunyuan 3D 2.0, Hunyuan 3D 2.5 e Meshy AI — com a mesma imagem de entrada. Como mostrado na Figura 4, cada ferramenta apresentou características visuais e estruturais distintas. A Tabela 2 sintetiza as principais diferenças observadas, incluindo qualidade da malha e textura, limites de uso e tipo de execução.

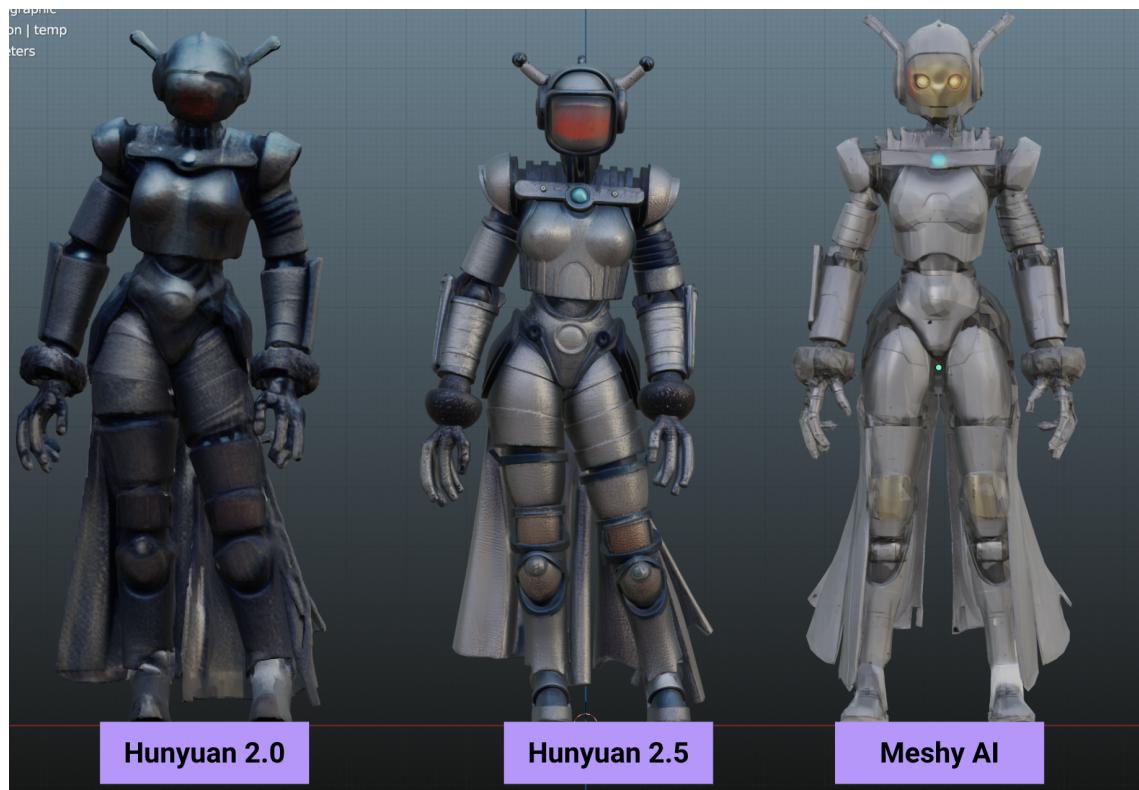


Figura 4. Comparação entre resultados gerados por modelos de IA gerativa diferentes. Fonte: autoria própria

Ferramenta	Qualidade da Malha/Textura	Execução	Limites de Uso
Hunyuan 3D 2.0	Média, pequenas falhas	Local	Uso ilimitado
Hunyuan 3D 2.5	Alta, qualidade muito boa	Plataforma Online	20 gerações/dia
Meshy AI	Boa, mas menos fiéis à entrada	Plataforma Online	20 gerações/mês

Tabela 2. Comparação entre ferramentas de geração de modelos 3D a partir de imagens. Fonte: autoria própria

4.3. Ativos e Integração no Jogo

Os ativos como gemas, plataformas e grades de madeira foram criados com o Hunyuan 3D 2.5 via Text-to-3D, demonstrando a viabilidade de gerar objetos jogáveis com auxílio de IA. A Figura 5 apresenta as gemas geradas partir do prompt textual apresentado.

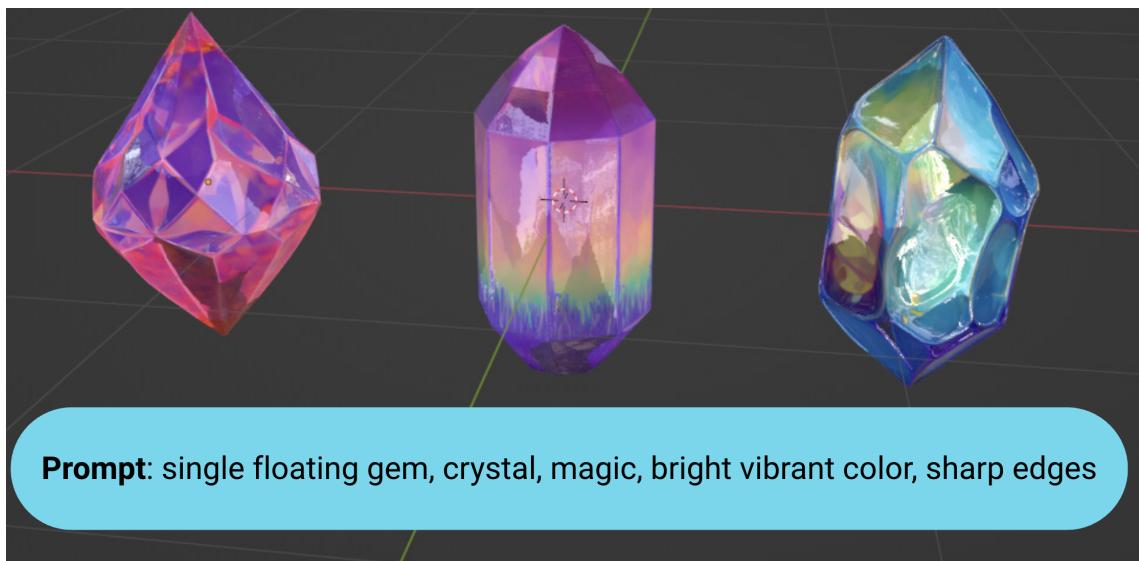


Figura 5. Gemas criadas por Hunyuan 3D 2.5. **Fonte:** autoria própria

O protótipo desenvolvido utilizou como cenário a Fortaleza de Anhatomirim, fornecida pelo professor Flávio Andaló, adaptada para o jogo com elementos adicionais e substituição de texturas por versões geradas por IA. A Figura 6 e 7 apresentam o protótipo do jogo, destacando a aplicação dos ativos e texturas geradas por IA, bem como a composição do cenário com vegetação e elementos interativos. Essa demonstração evi-dencia a viabilidade do uso de IA gerativa para acelerar a criação de conteúdos jogáveis, mantendo controle sobre a estética e a funcionalidade do ambiente.



Figura 6. Ambiente do jogo: Ilha do Anhatomirim. **Fonte:** autoria própria



Figura 7. Entrada da Ilha do Anhatomirim. Fonte: autoria própria

5. Conclusão

Este trabalho analisou a aplicação prática de ferramentas de IA gerativa na criação de ativos visuais para jogos digitais, destacando sua capacidade de agilizar a prototipagem e aumentar a diversidade estética. A utilização de diferentes modelos de IA, bem como técnicas como Inpainting, ControlNet e LoRA, permitiu maior controle sobre composição, poses, estilos e correções localizadas das imagens. A experimentação demonstrou que usuários sem experiência prévia em modelagem 3D podem transformar conceitos visuais em ativos 3D funcionalmente integráveis a um protótipo de jogo.

Entretanto, a geração automática ainda apresenta limitações significativas. O controle sobre o resultado final é parcial, e os modelos 3D frequentemente requerem ajustes manuais em softwares como Blender para corrigir topologia, geometria irregular ou superfícies incompletas. Assim, o julgamento humano permanece essencial para validar, selecionar e refinar os resultados, garantindo coerência estética e precisão estrutural.

O estudo também abordou aspectos éticos e legais relacionados ao uso de IA gerativa, ressaltando riscos de violação de direitos autorais e mimese de estilos de artistas presentes nos dados de treinamento. Além disso, designers têm que o conteúdo gerado possa resultar em plágio não intencional ou disputas jurídicas, tornando essencial que estúdios de jogos implementem políticas claras sobre o uso da IA e os limites da autoria criativa (Alharthi, 2025). Para uso responsável, recomenda-se conhecer a origem dos modelos e datasets, documentar o processo, manter transparência sobre a participação da IA e adotar práticas que respeitem a diversidade, acompanhando legislações emergentes.

Em síntese, a IA gerativa deve ser entendida como uma ferramenta de apoio à criatividade humana. Sua integração eficiente acelera a produção de conteúdos jogáveis, amplia possibilidades artísticas e democratiza o acesso à modelagem 3D, mas depende de supervisão, reflexão crítica e responsabilidade ética e legal do usuário. O uso pleno e sustentável da IA resulta do equilíbrio entre inovação tecnológica e julgamento humano.

Referências

AHIRWAR, Kailash. **A Very Short Introduction to Diffusion Models.** [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://kailashahirwar.medium.com/a-very-short-introduction-to-diffusion-models-a84235e4e9ae>.

ALHARTHI, Sultan A. Generative AI in Game Design: Enhancing Creativity or Constraining Innovation?, 2025. DOI: 10.3390/jintelligence13060060. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-3200/13/6/60>.

EPSTEIN, Ziv; HERTZMANN, Aaron. Art and the science of generative AI. **Science**, jun. 2023. DOI: 10.1126/science.adh4451. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.adh4451>.

PLOENNIGS, Jonas; BERGER, Matthias. AI art in architecture. **AI in Civil Engineering**, v. 2, n. 8, 2023. DOI: 10.1007/s43503-023-00018-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43503-023-00018-y>.