

Uma abordagem qualitativa para inteligência artificial generativa Firefly, criada pela Adobe Systems Incorporated

A qualitative approach to generative artificial intelligence with Firefly by Adobe Systems Incorporated

AUTORIA

Alejandro Casales Navarrete
INDEPENDENTE, México
hola@alejandrocasales.com

PALAVRAS-CHAVE

inteligência artificial;
pesquisa;
imersão;
computação;
evolução de tecnologia.

RESUMO

Avanços disruptivos no mundo digital estão transformando as técnicas de criação visual. Uma das ferramentas atuais mais desenvolvidas é a Inteligência Artificial Generativa Firefly do Adobe. Para identificar suas possibilidades para ambientes imersivos para o contexto do metaverso, foi desenvolvida a seguinte abordagem: De que maneira a Inteligência Artificial Generativa k do Adobe cria ambientes virtuais e imersivos? Sua metodologia consistiu na criação de 300 imagens em formato equirretangular. Os resultados avaliaram seu desempenho em dispositivos com diferentes qualidades de tela; suas vantagens foram identificadas pela criação de imagens 360º em 72 pixels e liberdade de autoria. Seus efeitos incluíam diversas variáveis, uma galeria de imagens de referência e uma seção específica para criação de fontes de texto. Entretanto, nenhum resultado positivo foi obtido em telas maiores que 2688 x 1536 pixels e foram encontradas limitações na precisão de seu tamanho e

projeção para um ambiente imersivo.

Uma abordagem qualitativa para inteligência artificial generativa Firefly, criada pela Adobe Systems Incorporated

KEYWORDS

artificial intelligence;
qualitative research;
immersion;
metaverse;
technology.

ABSTRACT

Disruptive advances in the digital world are transforming visual creation techniques. One of the most developed current tools is Adobe Firefly's Generative Artificial Intelligence. In order to locate its possibilities for immersive environments within the context of the metaverse, the following question was developed: How does Adobe Firefly's Generative Artificial Intelligence create virtual and immersive environments? Its methodology consisted in the creation of 300 equirectangular images. In the results, the image evaluated its operation on devices with different screen qualities; its advantages were for the creation of 360° images in 72 pixels and freedom to use royalties. Also, different variables were located in its effects: a reference image gallery and a specific part to create text fonts. However, there were no positive results on screens larger than 2688 × 1536 pixels, and there were found limitations in the precision of its size and projection for an immersive ambient.

1. Introdução

Os avanços na Inteligência Artificial Generativa (IAG) estão transformando as técnicas de criação visual; uma das ferramentas mais desenvolvidas e atualmente disponíveis é o Firefly, da empresa americana Adobe Systems Incorporated.

Sua ascensão decorre do desenvolvimento de modelos generativos que transformaram a produção de conteúdo e serviços para criar dados multimídia e outros tipos de conteúdo, como projetos de informática, códigos e proteínas. Atualmente, o número de indústrias que adotam o IAG tem aumentado, devido às abordagens generativas e à popularização de seus modelos básicos. Da mesma forma, os setores mais beneficiados são a manufatura, as indústrias que desenvolvem a direção autônoma, o design molecular e, claro, as indústrias de design multimídia (Ran et al., 2025; Siemens, 2025).

No entanto, as definições de IAG são variadas, no campo da tecnologia multimídia, é concebida como um conjunto de modelos de aprendizado profundo que podem gerar textos, imagens, vídeos, suas combinações e outros conteúdos com base em processos de treinamento (IBM, 2024). De outra perspectiva, IAG se refere à inteligência artificial programada para criar conteúdo, como texto, imagens, música, áudio e vídeos.

O IAG usa modelos de inteligência que são desenvolvidos em tarefas programadas com base em resumos, perguntas, respostas e categorizações de texto. Seus modelos podem ser adaptados a situações práticas e concretas com informações sucintas (Google Cloud, 2024). Além disso, o IAG pode gerar seu conteúdo com base em uma variedade de fontes de dados, além do texto, como sons, animações, modelos 3D, e outros (Nvidia, 2024). Para fazer isso, o IAG usa algoritmos e redes de nós para categorizar e processar dados, memorizar padrões aprendidos e, assim, gerar novos conteúdos.

Como característica importante, o IAG de nome Firefly da empresa americana Adobe Systems Incorporated é uma aplicação web para produção de imagens. Suas qualidades são as de converter instruções de texto em imagens estáticas ou em movimento. O IAG Firefly faz parte de um conjunto de

aplicativos para web design, manipulação de imagens, criação de vetores, edição de vídeo, edição de áudio, desenvolvimento de aplicativos móveis, layout de impressão e software de animação. Todos eles fazem parte da empresa americana de software Adobe Systems Incorporated.

O IAG Firefly é treinado com imagens livres de direitos autorais da Creative Commons, Wikimedia, Flickr Commons, bem como um banco de dados acumulado ao longo de 40 anos pela empresa. O IAG Firefly foi apresentado publicamente em 2023 na conferência MAX da Adobe. Foi lançada publicamente como uma versão beta em março de 2023 e atualmente está disponível para todos os assinantes e clientes da Adobe Systems Incorporated (Adobe, 2023).

O objetivo desta pesquisa não era criar imagens adequadas para a plataforma; o objetivo era mais profundo, visando compreender a maneira de criar ambientes virtuais imersivos no contexto do metaverso. Nesse sentido, o metaverso é um ambiente virtual compartilhado e imersivo que combina imagens para permitir que os usuários interajam em tempo real. Ele possibilita a socialização em espaços digitais que podem ser réplicas do mundo real ou criar mundos inteiramente novos.

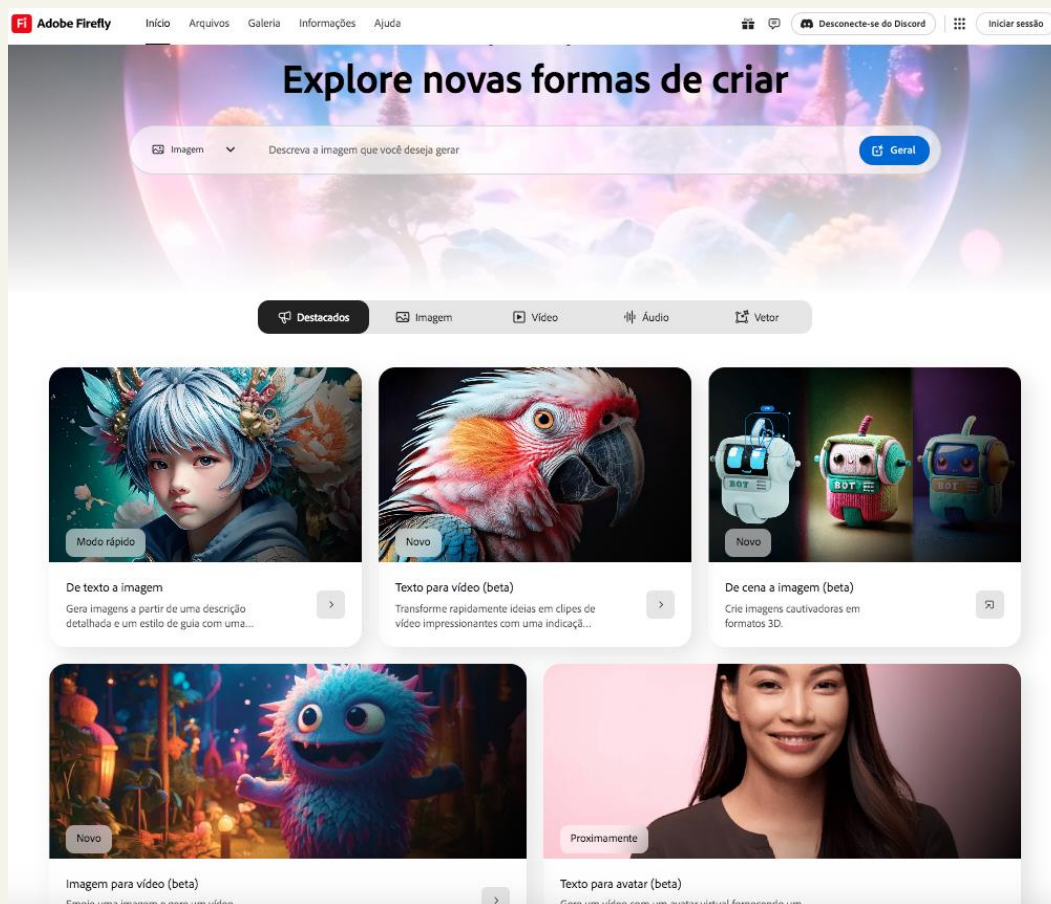
Para a elaboração deste artigo de estudo, foi utilizada a versão beta do IAG Firefly, fornecida pela Universidade do Novo México em Albuquerque, Estados Unidos. Os testes da pesquisa foram conduzidos de dezembro de 2023 a março de 2024. A análise e os resultados são apresentados nas seções seguintes.

2. Revisão sucinta da Inteligência Artificial Generativa Firefly

A Inteligência Artificial Generativa (IAG), Firefly, tem uma interface organizada em uma grade com imagens e textos que permite ao usuário encontrar informações de forma rápida e intuitiva. Além disso, o aplicativo permite criar imagens estáticas a partir de instruções de texto, denominadas em conjunto "prompts". O conhecimento e a base de dados articulados no modelo IAG Firefly estão concentrados nos dados da Adobe Systems Incorporated Stock e da sua rede de dados na internet (Adobe Firefly, 2024).

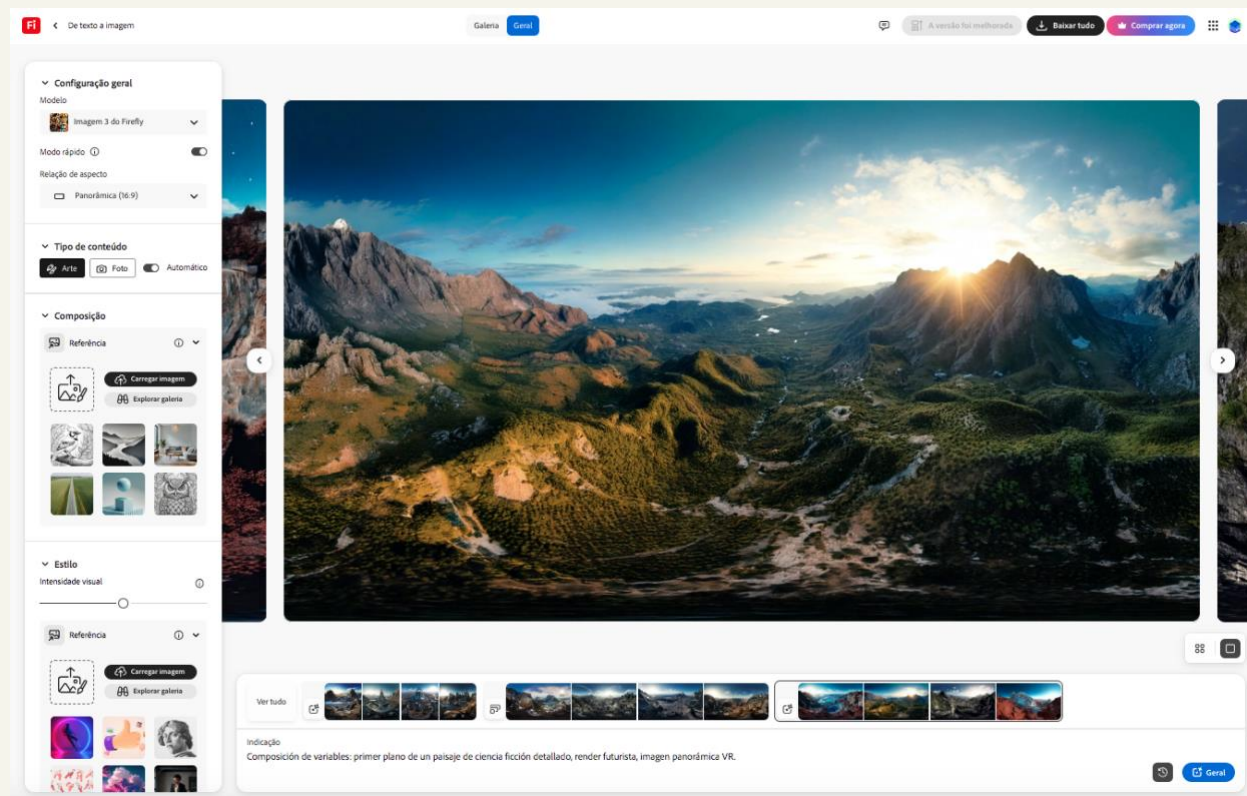
Quanto à autoria e ao domínio público do conteúdo da imagem, a IAG Firefly cria imagens isentas de direitos que se diferenciam pelas variáveis de texto organizadas nos "prompts". Isso significa que a IAG Firefly pode criar novas imagens com variações na forma, composição, perspectiva, estilo de ilustração, cor, tom, iluminação, textura e fundo. Também permite criar estilos fotográficos hiper-realistas com efeitos de materiais, técnicas, temas artísticos, conceitos e alterações na aberração visual, incluindo o uso de imagens de referência de uma galeria própria de estilos e uma seção específica para criar fontes de texto em diferentes estilos. As imagens criadas por meio dos "prompts" têm como medidas proporções que variam entre o tamanho horizontal 4:2, o vertical 3:4, o quadrado 1:1 e a imagem panorâmica 16:9. Os resultados da imagem são combinações de gráficos vetoriais processados que, dependendo do seu tamanho, podem ser manipulados com outros programas de edição visual da Adobe. Ou seja, a IAG Firefly pode criar imagens simples que resultam em composições de vetores manipuláveis e também pode criar imagens complexas, com gradientes de cor, sombras e corpos complexos que resultam em composições estáticas. Cabe ressaltar que as imagens simples que resultam em vetores podem ser manipuladas em qualquer software especializado em imagens vetoriais, veja a figura 1 e 2.

Figura 1 - Interface principal da plataforma Firefly.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 2 - Interface de design da plataforma Firefly.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

2.1. Antecedentes históricos da Inteligência Artificial Generativa Firefly

O histórico da Inteligência Artificial Generativa (IAG), Firefly, pode ser encontrado em sistemas generativos baseados em regras. Esses são métodos computacionais de geração autônoma que surgiram na década de 1950 nos Estados Unidos da América. O chatbot ELIZA é um exemplo de sistemas generativos para interação humano-computador que simulam conversas (Weizenbaum, 1966). Outro exemplo é o programa de computador AARON de Harold Cohen, projetado para criar arte pictórica no campo da visão computacional (Cohen, 1995).

Normalmente, esses tipos de programas tinham dois componentes principais: um mecanismo de geração e um interpretador. O mecanismo gerava dados operando em fórmulas codificadas que formavam sua base de conhecimento. Ele recebia informações factuais se identificá-lo com fórmulas

que correspondiam aos fatos atuais, a fim de tomar medidas e gerar novos fatos. Todo o processo foi executado em um loop até que o processo de geração fosse concluído (Ran et al., 2025).

O intérprete, por sua vez, facilitava a compreensão das operações realizadas pelo motor de geração. Para atingir esse objetivo, o intérprete traduziu as fórmulas e todas as ações possíveis para uma linguagem legível por humanos. Esse processo era apoiado por fórmulas que não estavam diretamente envolvidas no processo de geração, permitindo a explicação de todos os tipos de processos, incluindo a depuração e a modificação propriamente dita (Buchanan, 1984).

Em outro contexto e após sistemas gerativos baseados em regras, foram desenvolvidos algoritmos generativos gerativos com base em modelos estatísticos ou físicos. Uma de suas características é o uso do aprendizado de máquina estatístico, que busca projetar algoritmos que aprendam a concluir tarefas a partir de dados, em vez de seguir regras explícitas. Suas abordagens podem ser classificadas em modelos discriminativos e generativos. Os discriminativos se concentram em aprender, fazer previsões e tomar decisões com base em dados. Os modelos generativos, por outro lado, buscam modelar a distribuição de dados e então sintetizá-los por meio de inferência ou amostragem (Ran et al., 2025). Desde a década de 1960, diversas abordagens de pesquisa surgiram para gerar dados para modelagem generativa ou inferência aproximada.

Assim, o IAG passou a incluir estudos em aprendizado de máquina, redes neurais, computação gráfica, visão artificial, entre outros dados. Além disso, várias aplicações generativas para modelagem de imagens físicas têm sua origem na teoria da visão de David Marr (Ran et al., 2025). A teoria é resumida como um modelo de três níveis: nível computacional, o que o sistema computa, nível algorítmico, que especifica o desempenho da computação, e nível de implementação de hardware, que descreve os resultados da computação na percepção e cognição humanas (Marr, 2010).

À medida que os experimentos de modelagem de imagens físicas se tornaram confiáveis, eles começaram a substituir o trabalho humano, gerando conteúdo distribuído em telas. Um dos exemplos na indústria de imagens e animação foi o Sketchpad de 1962. Era um sistema de desenho de computador e a primeira interface gráfica de usuário criada por Ivan Sutherland. Seu desenvolvimento inovador foi o da geração de texto baseada em regras para gráficos na tela em um computador modelo

TX-2 (Sutherland, 2003), o que permitiu a criação de imagens que foram usadas nas indústrias de design para manufatura e, posteriormente, na cinematografia, veja a figura 3.

Figura 3 - Ivan Sutherland desenhando em seu Sketchpad.



Fonte: Ivan Sutherland vídeo no YouTube, 1963.

Conquistas notáveis do IAG vêm do aprendizado de máquina profundo (LeCun et al., 2015). Em 2011, pesquisadores demonstraram que aumentar a profundidade das redes neurais, com base em modelos estatísticos ou físicos mais antigos melhorou significativamente sua capacidade de aprender representações de dados, alcançando desempenho sobre-humano em tarefas de classificação. Desde então, redes neurais profundas têm sido amplamente aplicadas a tarefas generativas. Essas redes demonstram capacidades poderosas para entender a distribuição de dados (Ran et al., 2025).

Recentemente, os desenvolvimentos do IAG implementaram o termo “modelo fundamental”, que se refere ao modelo base que é treinado em dados extensivos e pode ser adaptado para tarefas subsequentes. Também é conhecido como o modelo que gera novos modelos. Esses modelos podem ser designados como X, GenAI, Ber, Modelos de Linguagem e outros; todos são identificados utilizando técnicas de aprendizado profundo e são caracterizados por sua grande escala em termos de tamanho do modelo e dados de treinamento. Essa escalabilidade gera vantagens sem precedentes, como a variabilidade de geração de conteúdo e solução de tarefas, além de ultrapassar os limites da simulação de interação homem-computador para a interação natural (Siemens, 2025; Aws-Amazon, 2025). Consequentemente, o modelo fundamental se tornou a força motriz por trás da geração de conteúdo em várias aplicações, embora estas não estejam isentas de falhas.

De uma perspectiva mais prática, o modelo IAG é definido como uma função que consegue preservar a informação para distribuí-la em um conjunto de probabilidade composto por: $p(x, y)$, com isso prevê a probabilidade condicional: $p(x | y)$. O que gera novas informações (Moreno, 2024).

É importante reconhecer que o conjunto de probabilidade $p(x, y)$ pode ser expresso em termos de um conjunto de funções de distribuição cumulativa entre duas ou mais variáveis que podem até ser aleatórias, o que em termos de conjuntos de funções oferece uma densidade de dados ou conjuntos de funções de massa de probabilidade. Em outras palavras, o modelo IAG é composto por um conjunto de dados com categorização de valores (x). Estes são representados com definições discriminatórias no conjunto de dados, e ao mesmo tempo são amostras que compõem a memória de dados para serem combinadas entre si. A combinação de valores (x) corresponderá a um valor (y), sendo sua expressão um conjunto de probabilidades: $p(x, y)$. Consequentemente, o modelo tem a capacidade de criar novos dados condicionados à intervenção de outros dados, como informações textuais, imagens, sons, etc. Isso significa que (x) é uma variável aleatória contínua que descreve a probabilidade relativa do valor de (y), dadas instruções que podem prever novos dados com uma probabilidade condicionada à sua base de conhecimento ou dados acumulados.

Todas as definições acima fornecem uma visão geral do IAG, que contribui para o desenvolvimento de novos dados, instruções e conteúdos para diferentes propósitos, incluindo os do metaverso. Trata-se

de uma rede de realidades virtuais que desmaterializam seres humanos e os integra ao espaço virtual por meio de tecnologias imersivas de realidade aumentada.

Para as indústrias, o metaverso é um mundo digital que simula máquinas e fábricas reais, bem como redes elétricas, petrolíferas, hidráulicas, de transporte e qualquer sistema que possa ser modelado em uma imagem. Quando os bancos de dados são integrados por meio de serviços de computação em nuvem, juntamente com o IAG, os modelos adquirem a capacidade de interagir com humanos no metaverso, trazendo benefícios para a indústria. Da mesma forma, o espaço virtual do metaverso tem a capacidade de otimizar processos que, se realizados fisicamente, poderiam se tornar complexos e insustentáveis (Siemens, 2025).

A tecnologia do metaverso e o IAG justificam seu desenvolvimento em benefício de uma economia alternativa que busca oferecer bens e serviços. No entanto, isso levanta debates devido ao número limitado de empresas e plataformas que mantêm o metaverso sem regulamentação (Chohan, 2022).

Dessa forma, a IAG Firefly deriva de uma história relativamente longa de processos computacionais que se desenvolveram desde a década de 1950. Suas capacidades possivelmente servirão para criar imagens virtuais e imersivas para os fins do metaverso. No entanto, esse objetivo será explicado no próximo ponto.

3. Objetivo

O objetivo desta pesquisa foi analisar, criar imagens e avaliar ambientes virtuais imersivos para o contexto do metaverso, bem como explorar suas capacidades de expandir as relações sociais em ecossistemas virtuais.

Ambientes virtuais imersivos são o produto do pensamento aparente gerado por imagens hemisféricas e projeções de 360 graus em uma tela, permitindo que o espectador mergulhe totalmente em um reino imaginário. Também possibilitam ampliar os sistemas sensoriais e os processos cognitivos no cérebro humano.

De uma perspectiva psicológica, a única atividade cognitiva que permite a interação com um ambiente virtual imersivo é composta de dois níveis, o plano perceptivo e o plano representativo. O primeiro ocorre quando a sensação, a atenção e a percepção são potencializadas pelos dados recebidos; o segundo ativa a imaginação, a memória e os pensamentos para vivenciar sensações anteriores ou complementar informações. Posteriormente, os sentidos transmitem e processam os dados que moldam a virtualidade (Espigares, 2009).

3.1. Pergunta de pesquisa

Para realizar esta pesquisa, foram realizados testes de aprendizagem para analisar seus resultados, através da seguinte pergunta.

De que maneira a Inteligência Artificial Generativa Firefly do Adobe cria ambientes virtuais e imersivos?

Para encontrar respostas à pergunta e avaliar a Inteligência Artificial Generativa (IAG), Firefly do Adobe foi seguida a seguinte abordagem.

- a. Análise de amostras do IAG Firefly do Adobe.
- b. Estudo de conteúdos, vantagens e desvantagens.
- c. Análise das implicações para a criação de ambientes virtuais e imersivos.

4. Procedimento metodológico

Foi utilizada uma avaliação qualitativa e organizada uma busca de informações que consistiu em combinações de textos para a criação de 300 projeções imersivas em formato equirretangular, juntamente com seus referentes empíricos.

A avaliação qualitativa é uma abordagem que busca compreender a subjetividade do fenômeno investigado, levando em consideração aspectos específicos que derivam de valores não numéricos. Ela também nos permite compreender a realidade por meio da pesquisa documental, da combinação de fontes e da tecnociência. Isso nos possibilita expandir aspectos da pesquisa com base em dados escaláveis, ordinais ou nominais. Isso oferece a oportunidade de interpretar os dados obtidos em

profundidade, fornecendo uma nova perspectiva sobre o fenômeno em investigação. Em outras palavras, é uma abordagem holística, com capacidade de analisar a qualidade de situações e processos por meio de indução, independência de perspectivas, validade interna e disseminação com pares (Strauss & Corbin, 2022).

4.1. Instrumentação

As instruções de texto utilizadas no IAG Firefly foram organizadas em temas de cinco variáveis qualitativas, compostas por palavras e frases simples para o desenvolvimento de uma gramática gerativa e criação de projeções em formato equirretangular. Essas variáveis podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1. Variáveis qualitativas.

	Temas da natureza	Temas de fotografia	Temas de tecnologia	Temas da teoria
Prompts	Paisagens	Fechar -se	Imersão	Ficção científica
	Selva	Caleidoscópio	Planetário	Realidade virtual
	Animais	Panorama	Renderizar	Espaço sideral
	Insetos	Fractal	Virtual	Fantasia futurista
	Galáxia	360º	Artefato	Nave robótica

Fonte: própria

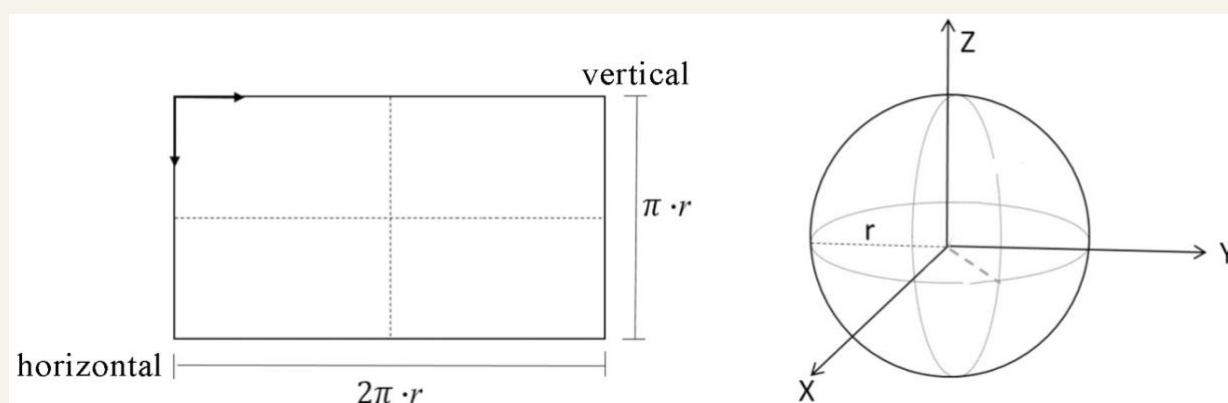
Seguindo as instruções do texto organizadas por cada uma das variáveis, foi implementada uma análise de imagem composta por projeções em formato equirretangular que, no contexto do metaverso, podem variar em escala e conteúdo em tempo real.

As projeções em formato equirretangular são caracterizadas por possuírem uma coordenada horizontal, correspondente à longitude, e uma coordenada vertical, correspondente à latitude, mantendo uma proporção de 2:1. Ou seja, uma proporção de 2 na horizontal para 1 na vertical. Esse

tipo de projeção foi inventado por volta de 90 d.C. pelo geógrafo grego Marino de Tiro (70-130 d.C.) para a elaboração de mapas (Piqueras, 2016; Santana, 2015).

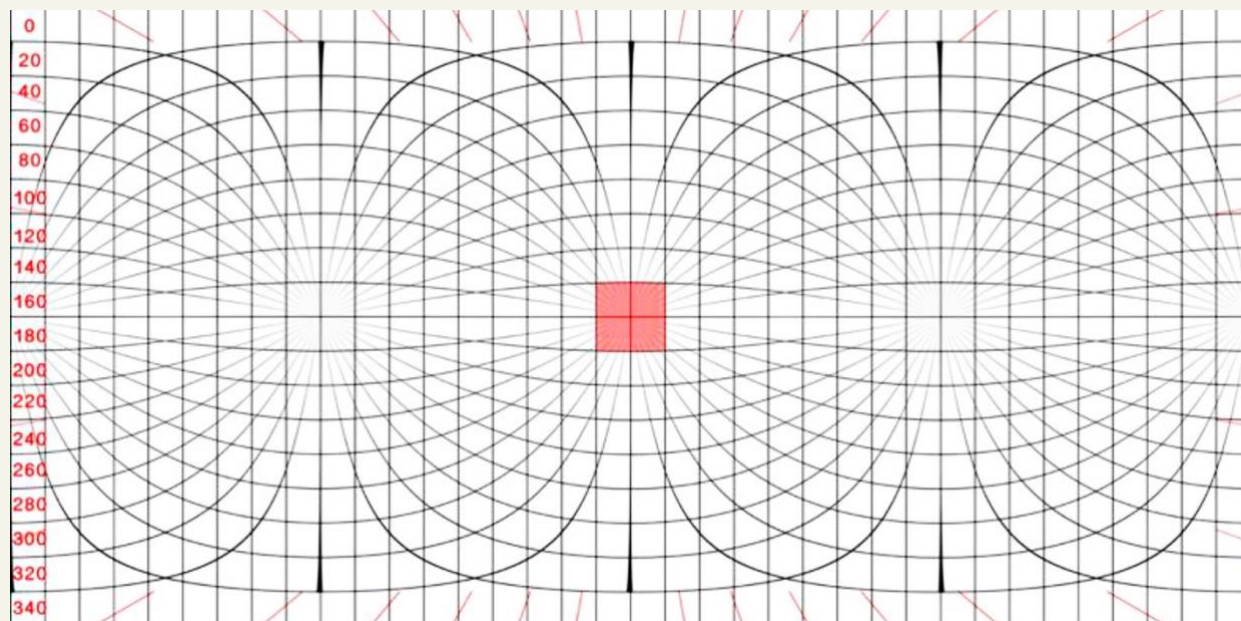
Além disso, as projeções em formato equirretangular podem ser transferidas para uma superfície esférica externa ou interna, abrangendo seu perímetro, para o qual requerem que suas verticais permaneçam as mesmas, de modo que o horizonte se torne uma linha reta passando pelo centro. As coordenadas da imagem são linearmente relacionadas aos ângulos de rotação e inclinação da esfera. Seus polos (zênite, nadir) estarão localizados nas bordas superior e inferior e se estenderão horizontalmente na imagem, permitindo sua transferência para o perímetro da esfera, abrangendo 360° na horizontal e 180° na vertical. Veja as figuras 4 e 5.

Figura 4 - Transferência equirretangular plana 2:1 para uma esfera com ênfase no perímetro.



Fonte: Chuang & Perng, 2018.

Figura 5 - Projeção em formato equirretangular plana 2:1.



Fonte: própria.

Quanto ao seu autor, Marino de Tiro, foi um notável geógrafo da Antiguidade, serviu como diretor da Grande Biblioteca de Alexandria. Infelizmente, seu trabalho não foi preservado, exceto por algumas críticas parciais que o astrônomo Cláudio Ptolomeu fez a seu trabalho. Marino de Tiro fez uma contribuição notável para a preservação da tradição científica da escola geográfica alexandrina e para o desenvolvimento da cartografia. Ele também aprimorou o mapa romano do ecúmeno ou "Orbis Terrarum", mais conhecido como "Mapa de Agripa", que incorporou novos conhecimentos territoriais derivados da crescente expansão do florescente Império Romano da época. A razão da utilização da instrumentação de Marino é a correta adaptação da projeção em formato equirretangular, mais apropriada que a de Cláudio Ptolomeu (Santana, 2015). Veja a diferença nas figuras 6 e 7.

Figura 6 - Projeção em formato equirretangular 2:1 de Marino de Tiro, século IX.



Fonte: Gossellin, 1798.

Figura 7 - Projeção geográfica de Ptolomeu: Totius Orbis Habitabilis Brevis Descriptio.



Fonte: Chierico, circa. 150.

Dessa forma, as projeções em formato equiretangular criadas no IAG Firefly utilizaram um quadro de 360° para tentar posicionar as imagens com a instrumentação Marino de Tiro. Vale ressaltar que existem diferentes plataformas para avaliação de projeções em formato equiretangular, como: Facebook, Crypto Voxels, Roblox, Somnium Space, e Sandbox. Existem também frameworks e bibliotecas de código que podem introduzir projeções em formato equiretangular na web, como: A-frame, Pannellum, Panolens.js, Photo Sphere Viewer, tecnologia Google Street View, entre muitas outras.

Para os propósitos da pesquisa, a estrutura de 360° permitiu a avaliação de projeções em formato equiretangular em diferentes dispositivos visuais que variaram em suas qualidades de exibição. Na pesquisa foram utilizadas telas de alta definição em 3840 x 2160, 2560 x 1440 e 1920 x 1080; óculos de realidade virtual com qualidade 1920 x 1080; tablets de qualidade 1920 x 1080 e 1280 x 720; smartphones com qualidade de tela de 1280 x 720. Em resumo, foram utilizadas qualidades de tela que variam de alta definição com 8.294.400 pixels até telas de 921.600 pixels, em sua resolução.

5. Resultados

A maneira como a Inteligência Artificial Generativa (IAG), Firefly, da Adobe cria ambientes virtuais e imersivos é limitada para os propósitos do metaverso e suas capacidades de expandir as relações sociais em ecossistemas virtuais. Uma explicação disso é apresentada abaixo.

a. Análise de amostras do IAG Firefly do Adobe.

Primeiro, na análise de amostras o IAG Firefly permitiu a criação de diferentes possibilidades de combinação com base em variáveis qualitativas. Dessa forma, constatou-se que as imagens podem ser criadas em diferentes formatos, porém, o mais importante para a pesquisa é a proporção 2:1. Assim, tentou-se criar amostras de projeções em formato equirretangular com a instrumentação de Marino de Tiro, o que resultou em imagens em 2688 × 1536 pixels com qualidade de 72 pixels por polegada. É importante ressaltar que, devido ao tempo de renderização e avaliação, o presente estudo foi limitado a 300 amostras. Os resultados dos testes podem ser vistos na tabela 2.

Tabela 2. Organização de testes.

Objeto de teste	Dispositivo para testar	Definição do dispositivo	Compatibilidade das 300 imagens	Exposição e resultados dos testes
300 imagens imersivas em formato equirretangular criadas com IAG Firefly	Tela 4K	3840 x 2160	Não há compatibilidade	Com problemas de baixa resolução devido à falta de pixels.
	Tela QHD	2560 x 1440	Se for compatível	Sem problemas de resolução. No entanto, é possível notar a qualidade dos pixels.
	Tela Full HD	1920 x 1080	Se for compatível	Sem problemas de resolução
	Óculos de realidade virtual	1920 x 1080	Se for compatível	Sem problemas de resolução
	Tablet	1920 x 1080	Se for compatível	Sem problemas de resolução
	Tablet	1280 x 720	Se for compatível	Sem problemas de resolução

	Smartphone	1280 x 720	Se for compatível	Sem problemas de resolução
--	------------	------------	-------------------	----------------------------

Fonte: própria.

Quanto ao exame das amostras, ao tentar visualizá-las dentro de um quadro de 360º, não foi possível devido à imprecisão de sua relação de aspecto, que estava longe da sua proporção de 2:1, resultando em 2688 x 1344 pixels. Ou seja, há uma diferença de 192 pixels que não permitiu criar imagens em formato equirretangular. Portanto, cada imagem teve de ser ajustada à proporção correta por meio de edição assistida por software de edição de imagens. Ao corrigir os pixels faltantes, foi possível obter a visualização correta de cada projeção 2:1. Embora as imagens possam ser ampliadas para uma visualização imersiva, a variedade de respostas fornecidas nas variáveis qualitativas torna cada ajuste trabalhoso, atrasando o fluxo de criação.

Das 300 amostras, sete foram selecionadas aleatoriamente para mostrar sua qualidade visual, cada uma foi composta por combinações de variáveis qualitativas permitindo o desenvolvimento de uma gramática gerativa, veja figuras 8 a 14.

Figura 8 - Imagem criada com as variáveis: close-up de uma paisagem detalhada de ficção científica, renderização futurista, imagem panorâmica de RV.



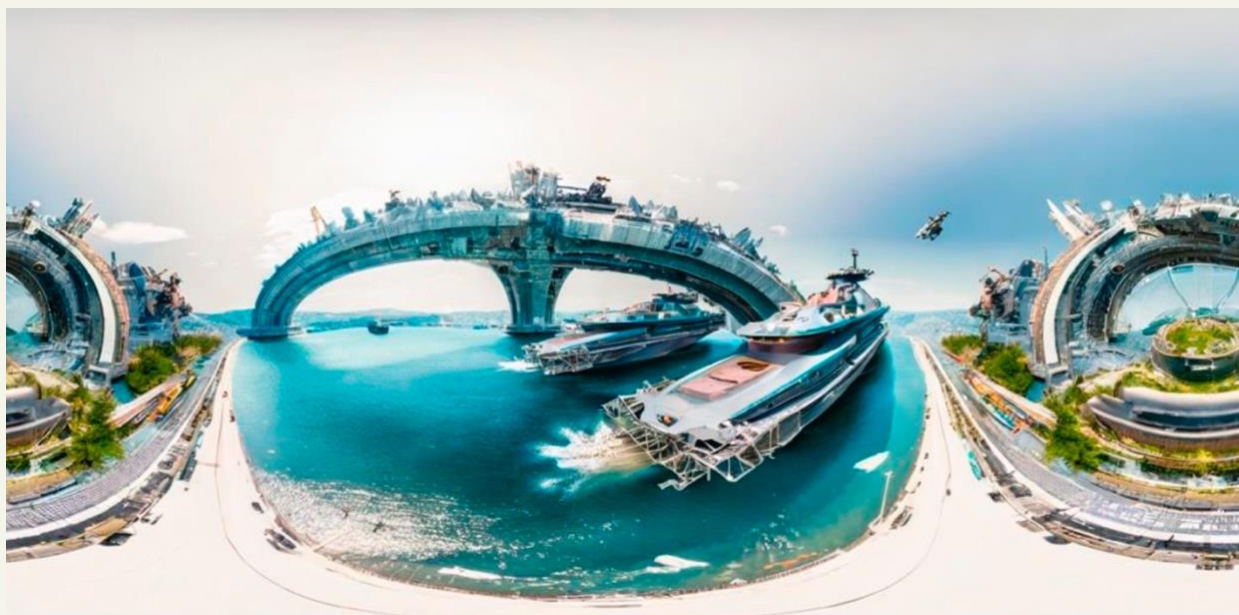
Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 9 - Imagem criada com as variáveis: selva com insetos e animais para realidade virtual 360°.



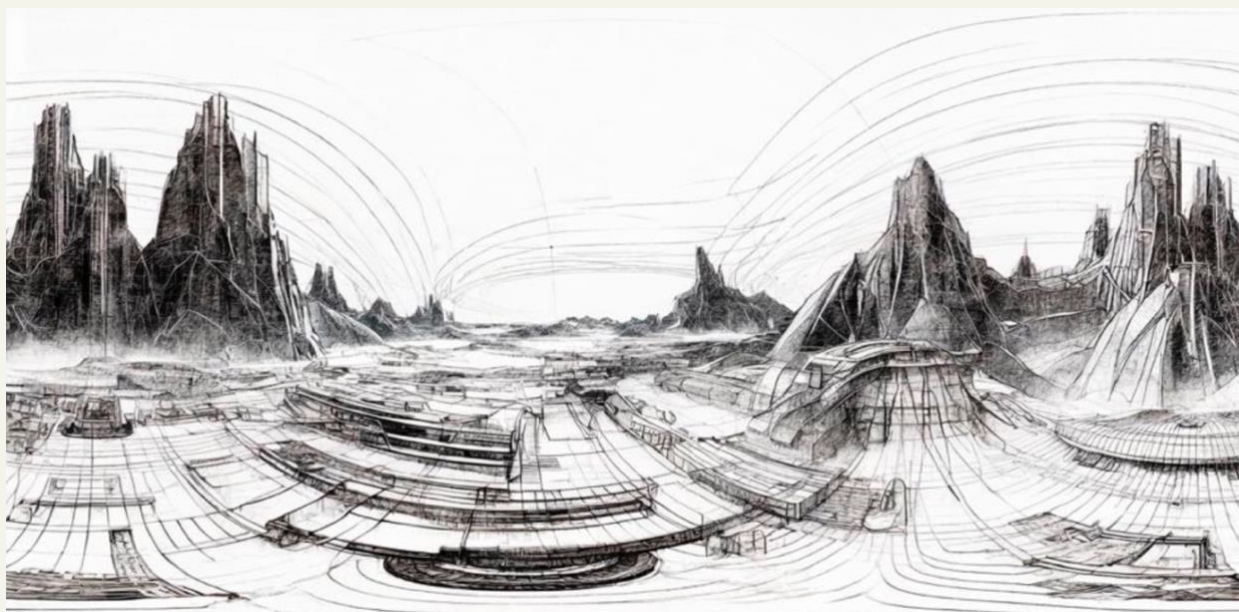
Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 10 - Imagem criada com as variáveis close-up de uma paisagem de ficção científica com navios detalhados.



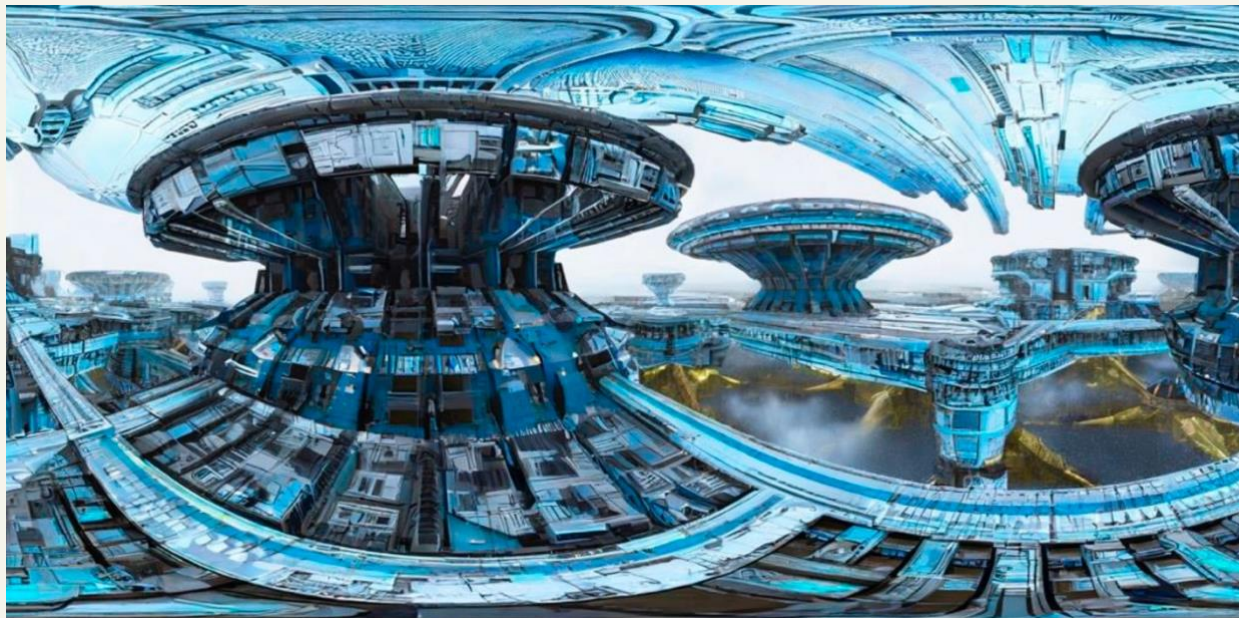
Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 11 - Imagem criada com as variáveis: close-up de uma paisagem detalhada de ficção científica, renderização futurista, imagem panorâmica.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 12 - Imagem criada com as variáveis: close-up de uma paisagem de ficção científica com naves robóticas detalhadas e renderização futurista.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Figura 13 - Imagem criada com as variáveis: close-up de uma paisagem de ficção científica com navios detalhados, renderização futurista e imagem panorâmica.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

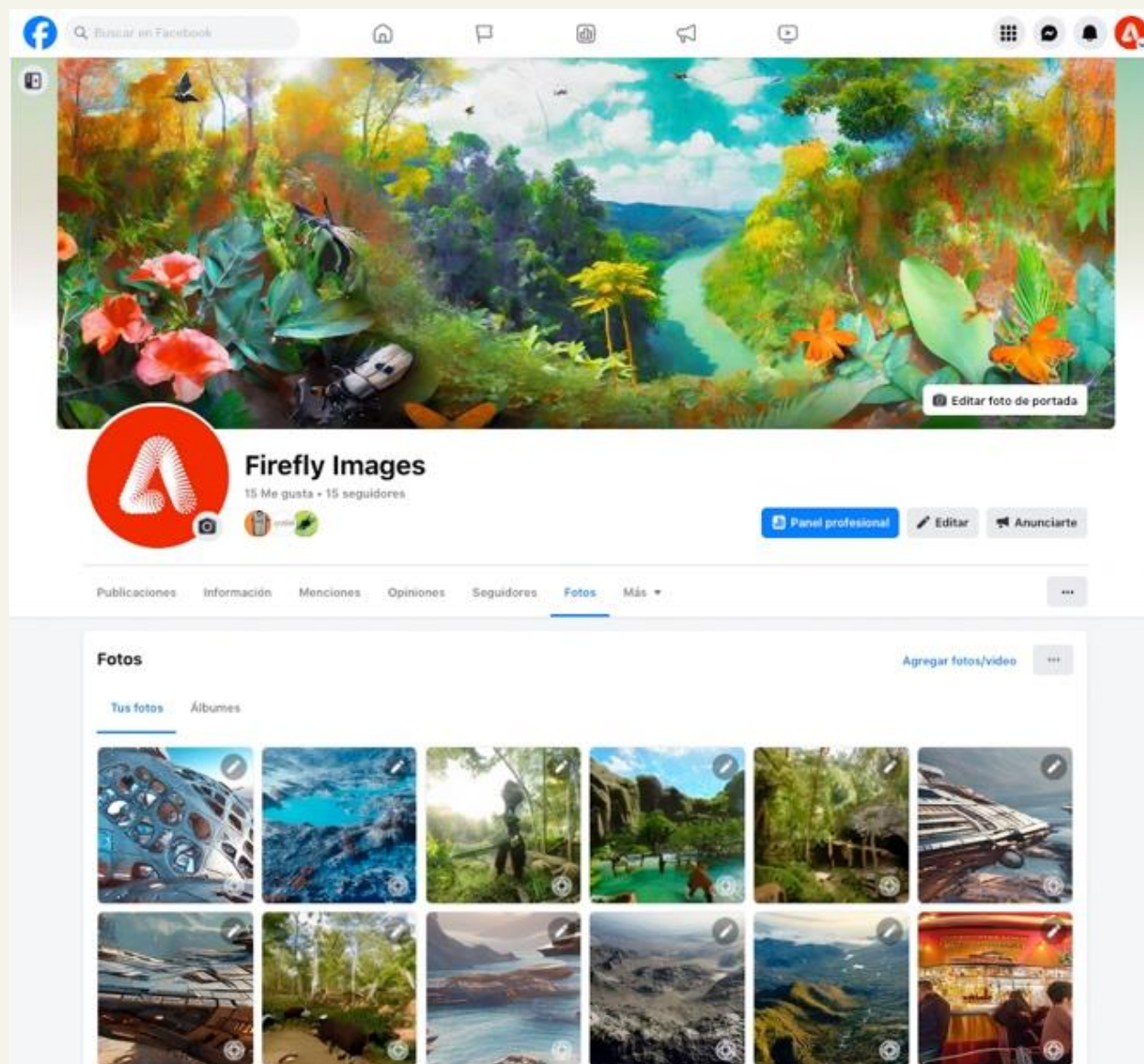
Figura 14 - Imagem criada com as variáveis: selva e animais para realidade virtual 360°.



Fonte: Adobe Firefly, 2024.

Da mesma forma, com o total de 300 projeções em formato equirretangular, foi criado um repositório online visível a qualquer pessoa com acesso a um computador com internet, veja figura 15.

Figura 15 - Repositório de projeções em formato equirretangular criadas com Firefly.



Fonte: Página do Firefly Images no Facebook, 2024.

b. Estudo de conteúdos, vantagens e desvantagens.

Como vantagem, o IAG Firefly facilitou a criação de esboços e projeções ricas que podem fazer parte de ambientes imersivos com intensa interatividade. Uma de suas vantagens é a liberdade de

direitos autorais sobre cada imagem. Também é possível criar imagens vetoriais, esse tipo de imagens usa equações matemáticas, linhas e curvas com pontos fixos em uma grade para produzir uma imagem. Não há pixels em um arquivo vetorial. As fórmulas matemáticas de um arquivo vetorial capturam a forma, a borda e a cor de preenchimento para construir uma imagem. Como a fórmula matemática se recalibra para qualquer tamanho, você pode aumentar ou diminuir a escala de uma imagem vetorial sem afetar sua qualidade.

No entanto, quando o IAG Firefly permitiu a criação de gráficos vetoriais independentes e manipuláveis, suas capacidades em termos de tamanho e efeitos de iluminação, textura, cenas de fundo, hiper-realidade fotorrealista e alterações de aberrações visuais eram limitadas. Além disso, para visualizá-las em um enquadramento de 360°, é necessário utilizar outros aplicativos para a edição correta da projeção em formato equirretangular. Isso se deve à capacidade limitada de 2688 × 1536 pixels resultante do IAG Firefly.

Da mesma forma, as 300 projeções analisadas não apresentaram efeitos positivos em telas com definição superior a 2688 × 1536 pixels, porque a qualidade visual da imagem se perde. A má qualidade da imagem se devia a que os gráficos vetoriais eram rasterizados ao criar imagens complexas com efeitos profusos, como o uso de sombras, texturas, formas e estilos caprichosos.

Nesse sentido, a rasterização é o processo de conversão de uma imagem ou objeto vetorial em um bitmap, que é uma grade de pixels para exibição em dispositivos com telas ou impressoras e que pode ser usada como uma máscara de bits.

Uma das principais diferenças entre arquivos raster e vetoriais é a resolução. A resolução de um arquivo raster é medida em DPI (pontos por polegada). Ao ampliar uma imagem raster, você começa a ver os pixels individuais.

Arquivos raster exibem uma gama de cores mais ampla, permitem mais edição de cores e apresentam realces e sombras mais sutis do que vetores; no entanto, perdem qualidade de imagem quando redimensionados. Com arquivos de imagem vetoriais, a resolução não é um problema. Eles

podem ser redimensionados, reescalados e modificados infinitamente sem perder qualidade de imagem (Adobe, 2025).

Por outro lado, o exame das 300 projeções revelou a capacidade de interpretação do IAG por meio de combinações de variáveis que foram capazes de criar novas projeções. Isso contribui positivamente para o design automatizado de conhecimento organizado com base na avaliação qualitativa de dados.

c. Análise das implicações para a criação de ambientes virtuais e imersivos.

Em relação às recomendações para a criação de ambientes virtuais e imersivos com o IAG Firefly, foram encontradas amplas possibilidades para esboçar ideias, conceitos e designs. Devido à sua qualidade variável, eles podem ser visualizados em telas com resoluções de até 2560 x 1440 em telas e headsets de realidade virtual, tablets e smartphones. A qualidade de suas cores é considerável em relação ao número de pixels.

Eles também podem ser usados para impressão, desde que as limitações de qualidade de pixel sejam levadas em consideração. No entanto, ao criar imagens simples que não exigem composições complexas, obtêm-se imagens vetoriais que podem ser livremente manipuladas para diferentes finalidades. Isso inclui visualizá-las em telas com qualquer resolução, usá-las para fins de metaverso

Isso significa que as imagens vetoriais não seriam usadas diretamente como texturas ou máscaras para um ambiente do metaverso. Em vez disso, elas serviriam como base para a criação de modelos tridimensionais ou como contornos e formas que seriam então extrudadas ou rotacionadas devido à sua maleabilidade em um objeto 3D e até mesmo imprimi-las em todos os tipos de materiais e superfícies.

Além disso, as 300 imagens obtidas durante o processo de criação apresentaram alta qualidade de composição e puderam ser utilizadas para criar experiências virtuais interativas e imersivas para diversos fins, como arte, comunicação, divulgação científica e muitos outros.

É importante observar que o IAG Firefly organiza qualitativamente as informações recebidas por meio de seu modelo de aprendizagem e seu extenso banco de dados. Pode ser limitado a instruções em algumas linhas de texto, embora não deva se estender à construção de um discurso.

6. Considerações finais

Este documento apresentou uma análise com uma perspectiva qualitativa sobre a IAG de nome Firefly da empresa americana Adobe Systems Incorporated. Esta análise destacou-se pela investigação, compreensão e reflexão, utilizando informações não numéricas, ou seja, uma abordagem metodológica qualitativa.

As vantagens da implementação de uma abordagem metodológica qualitativa permitiram-nos identificar as capacidades da IA Firefly através de uma compreensão profunda e detalhada dos seus métodos de criação de imagens relacionadas com a experiência humana, moldando assim ideias e pensamentos.

Como vantagem adicional, a abordagem qualitativa mostrou-se flexível e permitiu-nos adaptar o estudo ao objetivo da pesquisa. Ademais, possibilitou a criação e a captura de dados ricos e detalhados, que foram avaliados em contextos tecnológicos reais, utilizando dispositivos com diferentes qualidades de tela.

Em relação às amostras, foram obtidas e examinadas 300 projeções para compreender plenamente seus processos e responder à seguinte questão: De que maneira a Inteligência Artificial Generativa Firefly do Adobe cria ambientes virtuais e imersivos?

Da mesma forma, foi examinado o desenvolvimento dos modelos de inteligência artificial que moldaram o IAG Firefly. Aqui, foram identificadas inovações de sistemas generativos baseados em regras, algoritmos generativos baseados em modelos estatísticos ou físicos e algoritmos de aprendizado de máquina profundo. Da mesma maneira, relevante foi a explicação prática do modelo básico. É

possível destacar a relevância do IAG na automação de processos de TI, ajudando a modificar seus modelos e os impactos que transformam as complexidades sociais que os utilizam.

O IAG Firefly também tem a capacidade de gerar ambientes originais e cheios de conteúdo, criando imaginários profundos que ativam as habilidades sensoriais da visão e os processos cognitivos no cérebro humano.

Além disso, por meio de uma análise abrangente das vantagens do Firefly IAG, destaca-se a importância dos modelos de aprendizagem generativa, apresentando-os como uma inovação que contribui para o campo dos estudos visuais e para a modelagem física de ambientes virtuais imersivos. Visa também beneficiar novos pesquisadores da área por meio da exploração e do raciocínio indutivo de modelos generativos, com foco nas capacidades do Firefly IAG. De fato, um dos objetivos alternativos desta pesquisa é facilitar a compreensão do modelo generativo e sua capacidade de criar ambientes virtuais imersivos no contexto do metaverso, considerando também seu histórico, formatos e maneira de criação.

De forma semelhante, as limitações desta tecnologia foram avaliadas. Esta avaliação baseou-se na análise de amostras sob uma perspectiva técnica e ética. Em particular, foi dada atenção ao problema técnico apresentado pelos ajustes para a projeção da imagem com o perímetro ideal, de acordo com a proporção tradicional de 2:1 da imagem hemisférica idealizada por Marino de Tiro (70-130 d.C.).

Também foram abordadas questões éticas relacionadas à autoria final das imagens, o que requer mais pesquisas e soluções propostas para mitigar os riscos ao valor que pode ser obtido a partir das projeções e imagens criadas com o modelo IAG Firefly.

É crucial entender que o IAG Firefly não é algum tipo de mágica misteriosa, mas sim o processo de um modelo que utiliza dados para gerar novos conteúdos. A sua capacidade de geração baseia-se na aprendizagem de padrões nos dados disponíveis e na subsequente criação de resultados que refletem esses padrões em formas visuais. Ao desmistificar o modelo generativo, seus potenciais desafios podem ser abordados de forma mais pragmática e eficiente.

Por fim, compreender modelos generativos, particularmente o IAG Firefly, como uma ferramenta orientada por dados, ajuda a definir expectativas realistas sobre suas capacidades. Essa perspectiva pode facilitar a integração eficaz para várias áreas de conhecimento e criação, sem antecipar resultados ideais e buscando reduzir a decepção que pode surgir ao descobrir suas limitações.

Referências

ADOBE. **Trazendo a IA generativa para a Creative Cloud com o Adobe Firefly**. EUA. 2023. Disponível em: <https://blog.adobe.com/es/publish/2023/03/21/ia-generativa-creative-cloud-adobe-firefly> Acedido em: 25 de outubro de 2023.

ADOBE. **Raster vs Vector**. EUA. 2025. Disponível em: <https://www.adobe.com/mx/creativecloud/file-types/image/comparison/raster-vs-vector.html> Acedido em: 9 de novembro de 2025.

ADOBE FIREFLY. **A melhor forma de deixar a sua imaginação voar**. EUA. 2024. Disponível em: <https://www.adobe.com/products/firefly.html> Acedido em: 15 de março de 2024.

AWS-AMAZON. **What is foundation models?** EUA. 2025. Disponível em: <https://aws.amazon.com/es/what-is/foundation-models/> Acedido em: 5 de abril de 2025.

BUCHANAN BG. **Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the 74**. Stanford Heuristic Programming Project. Boston: Addison-Wesley, 1984.

CHOHAN, U. **Metaverse or Metacurse?** EUA. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4038770> Acedido em: 25 de outubro de 2023.

CHUANG, T.Y. & PERNG, N.H. Rectified Feature Matching for Spherical Panoramic Images. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. EUA, v. 84, n. 1, p. 25-32, 2018. <https://doi.org/10.14358/PERS.84.1.25>

CHIERICO, F. **Totius Orbis Habitabilis Brevis Descriptio**. Inglaterra: British Library Harley Manuscript, Circa. 150.

COHEN, H. The further exploits of AARON, painter. **Stanford Humanities Review**. EUA, v. 4, n. 2, p. 140-158, 1995.

ESPIGARES, J. La actividad perceptiva del ser humano. **Temas Educativos. Revista digital para docentes profesionales**. Espanha, v. 4 n. 9, p. 1-7, 2009.

FIREFLY IMAGES. **Página do Facebook**. EUA. 2024. Disponível em: <https://www.facebook.com/firefly360images> Acedido em: 14 de março de 2024.

GOOGLE CLOUD. **O que é a IA generativa?** EUA. 2023. Disponível em: <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai> Acedido em: 25 de outubro de 2023.

GOSSELLIN, P.F.J., **Recherches sur la Géographie systématique et positive des anciens; pour servir de base à L'Histoire de la Géographie Ancienne**. Paris: L'Institut National de França, An VI, 1798.

IBM. **What is generative AI?** EUA. 2023. Disponível em: <https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI> Acedido em: 25 de outubro de 2023.

LECUN Y.; BENGIO Y.; HINTON G. Deep learning. **Nature**. EUA, n. 521, p. 436-44, 2015. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

MARR, D. Vision. **A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information**. EUA: MIT Press, 2010.

MORENO, E. **Caso de estudio sobre el uso de la IA para generacion de elementos gráficos en publicaciones de redes sociales de una entidad académica**. Dissertação (Pós-graduação em Ciências e Artes para o Design). Encuentro Internacional de Arte e Innovación tecnológica: el giro postdigital. Universidad Autónoma Metropolitana México. 2024.

NVIDIA. **What is Generative AI?** EUA. 2023. Disponível em: <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/generative-ai/> Acedido em: 25 de outubro de 2023.

PIQUERAS, J. La geografía de Ptolomeo y su transmisión al Islam y al occidente cristiano. **Cuadernos de Geografía**. Espanha, n. 99, p. 19-52, 2016. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6296525>

RAN HE.; JIE CAO.; TIENIU TAN. Generative artificial intelligence: a historical perspective. **National Science Review**. EUA, v. 12, n. 5, p. 1-15, 2025. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf050>

SANTANA, A. El sistema geográfico de Marino de Tiro. Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Espanha, v. 19, n. 519, p. 1-35, 2105.

STRAUSS, A.; CORBIN, J., **Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada**. Colômbia: Universidad de Antioquia, 2002.

SIEMENS, AG. (2025). Tech Trends 2023: **A Siemens foresight series. The next era of generative AI. Trend Report Generative AI**. Alemanha. 2025. Disponível em: <https://www.siemens.com/global/en/company/insights/tech-trends-2030-the-next-era-of-generative-ai.html> Acedido em: 9 de abril, 2025.

SUTHERLAND, I. **Sketchpad: A man-machine graphical communication system**. (Technical report from doctoral thesis in computer science). University of Cambridge Computer Laboratory, Inglaterra, 2003. Disponível em: <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf>

SUTHERLAND, I. **Sketchpad Demo**. Vídeo no You Tube. EUA. 2024. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o Acedido em: 15 de janeiro de 2024.

WEIZENBAUM, J. ELIZA-a computer program for the study of natural language communication between man and machine. **Communications of the ACM**. EUA, v. 9, n. 1, p. 36-45, 1966. <https://doi.org/10.1145/365153.36516>