

MODERNIZAÇÃO DIGITAL: O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA RENDERIZAÇÃO DE IMAGENS ARQUITETÔNICAS

Ana Beatriz Volpato de Oliveira, Bárbara Wosniak, Eduarda Thais Theobald, Giosimara Toledo, Giovana Cristina Borges, Jeferson Eduardo Suckow, Nivaldir Ferreira de Lima Junior.

Resumo

O artigo analisa o impacto da inteligência artificial (IA) no campo das renderizações arquitetônicas, explorando seu papel na transformação da concepção e comunicação de projetos. Desde a evolução das tecnologias digitais, essas ferramentas vêm ampliando as possibilidades criativas, democratizando recursos e permitindo a criação de imagens detalhadas e realistas que aproximam profissionais e clientes da visão final dos projetos. Para avaliar a eficiência das ferramentas de IA, o estudo analisou três plataformas (PromeAI, MNML e ReRender) por meio da criação de um ambiente integrado de sala e cozinha. Embora a MNML tenha se destacado, os resultados revelaram que nenhuma das plataformas atingiu um desempenho excelente. As limitações identificadas sugerem que os algoritmos precisam de avanços para atender plenamente às exigências do mercado, especialmente em aspectos como precisão nos detalhes arquitetônicos e integração criativa. Assim, pode-se concluir que a IA já é uma realidade promissora, mas ainda em construção. Para consolidar seu uso na arquitetura, é essencial aprimorar os algoritmos e adotar metodologias de avaliação mais abrangentes, que incluam critérios como adaptação cultural, flexibilidade criativa e interação do usuário.

1. INTRODUÇÃO

A evolução das ferramentas digitais transformou o campo da arquitetura e do design. Desde sua introdução na década de 1960, essas tecnologias têm desempenhado um papel essencial ao integrar processos de trabalho, melhorar a eficiência e expandir as possibilidades criativas. O avanço tecnológico, especialmente com o surgimento do desenho assistido por computador (computer-aided design and drafting - CAD), possibilitou que arquitetos e designers acessassem soluções anteriormente restritas a grandes escritórios, democratizando recursos e permitindo a criação de projetos cada vez mais detalhados e precisos (Carpo, 2017; Chaillou, 2022). Mais recentemente, a inteligência artificial (IA) tem se destacado como uma das tecnologias mais inovadoras, impactando diretamente os processos de concepção e representação arquitetônica.

A IA, ao combinar a capacidade de aprendizado adaptativo com a produção de imagens fotorrealísticas, surge como uma ferramenta indispensável para a renderização no design de interiores e na arquitetura em geral. Renderizações de alta qualidade, produzidas por meio de algoritmos de IA, são cada vez mais utilizadas para comunicar ideias e conceitos de maneira clara e persuasiva, aproximando clientes e profissionais da visão final do projeto (Zancaneli, 2020). Além disso, a integração dessas tecnologias no fluxo de trabalho arquitetônico contribui para reduzir o tempo de desenvolvimento dos projetos, ao mesmo tempo em que proporciona resultados mais elaborados e detalhados, conforme apontado por Brígite (2021).

Entretanto, a adoção da inteligência artificial em renderizações arquitetônicas ainda apresenta desafios e possibilidades a serem explorados.

A diversidade de ferramentas disponíveis e a complexidade de seus algoritmos demandam uma análise criteriosa de seu desempenho e das implicações na prática projetual. Assim, este artigo tem como objetivo avaliar a qualidade e a eficiência dos renders gerados por plataformas de inteligência artificial, analisando seu potencial para aprimorar o trabalho de arquitetos e designers. Também busca identificar limitações, impactos na interação com clientes e na execução de projetos, além de explorar o papel da IA como aliada na arquitetura, tanto na representação visual quanto como elemento transformador no processo criativo e técnico.

2. METODOLOGIA

Com diversas opções no mercado, surge a necessidade de realizar um filtro conforme a necessidade de cada usuário. Diversas são as opções e possibilidades de criação, desde geração de uma imagem do zero, até aperfeiçoamento das já existentes, sendo o limite a imaginação.

Com a utilização do site There's An AI For That - também uma IA- que tem a premissa de auxiliar nesta busca por ferramentas, encontrou-se 3 (três) Inteligências Artificiais hospedadas em sites, que apresentam internamente ferramentas de Renderização de *Sketchs* (Esboços), através dessa escolha foram utilizados os mesmos métodos de geração para todas, com fins de comparação final.

2.1. O AMBIENTE

O ambiente mostrado na imagem é uma integração entre uma sala de estar e uma cozinha moderna. A sala de estar está composta por um painel de TV ocupando toda a parede revestida em MDF amadeirado e marmorizado, ocupa também a parte inferior um hack minimalista, com tons de MDF claros.

Já a cozinha, foi totalmente planejada com armários superiores e inferiores em tons de MDF claros, dando um toque de madeira, deixando o ambiente harmonizado. O espaço conta com eletrodomésticos embutidos nos armários. Também contém uma bancada utilizada para espaços de refeição, com cadeiras de madeira e estofado na cor clara que oferecem aconchego e sintonia com a paleta de cores escolhida.

Na parte de iluminação, destaca-se três pendentes dourados sobre a bancada, criando pontos de iluminação. O restante do ambiente, é iluminado com plafons brancos.

2.2. PROMPT

Formulado com base no ambiente escolhido, o prompt representa a imagem final que espera-se das ferramentas, descrevendo de forma detalhada materiais, itens e os ambientes que tem-se na imagem. Para fins de comparação, utilizou-se a mesma frase em português e inglês para verificar as mudanças, sendo a base:

1. No lado esquerdo da imagem vemos a vista frontal de um painel contínuo até o teto de MDF branco no centro, com detalhes em MDF jequitibá nas laterais, e uma TV centralizada. Do lado direito vemos uma cozinha com ilha com ripas de MDF e três cadeiras, ao fundo há equipamentos como geladeira, micro-ondas e utensílios de cozinha, além de uma porta para a residência com detalhes de ripas horizontais.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

A primeira IA utilizada foi o PromeAI (<https://www.promeai.pro/pt>) de autoria da Startup de inteligência artificial LibAI Lab. Segundo os mesmos, o nome da ferramenta vem da derivação de Prometheus, um titã da mitologia grega que roubou o fogo dos deuses e o distribuiu para os humanos. Segundo o site, a ferramenta “possui poderosos assistentes de design impulsionados por IA e uma extensa biblioteca de estilos de modelos C-AIGC (Controllable AIGC)”, o que garante resultados impressionantes. Importante salientar que a utilização da ferramenta deu-se de forma gratuita, sem utilização de ferramentas pagas.

Utilizando o projeto base, com a ferramenta Renderização de Esboço é possível selecionar algumas configurações para cada cena. Quanto ao estilo, variam de imagens realistas, até imagens de anime ou ilustrações. Para as imagens teste, foi utilizado a configuração de estilo Fotografia-Natural, definindo a cena como Interior e os ambientes como Sala de Estar e Cozinha, também sendo possível adicionar a iluminação do ambiente, sendo configurada para Crepúsculo. Ainda, é possível adicionar o estilo do ambiente e elementos a serem incorporados, como eletrodomésticos ou móveis.

Por fim, seleciona-se o nível de participação da IA no projeto, podendo ser modificado para:

1. Estrutura: Usando a tecnologia de extração de estrutura de ponta para gerar os melhores resultados com ultra-alta precisão;
2. Preciso: Precisão com uso conservador da imaginação;
3. Esboço: Preserve a maior parte do contorno com alguma criatividade;
4. Profundidade: Adequado para fotos da vida real ou capturas de tela de modelos 3D;

5. Conceito de precisão: Retendo detalhes precisos enquanto possui uma riqueza de poder imaginativo;
6. Conceito: Bons resultados através do sacrifício criativo da precisão.

Com as configurações gerais de estilo em Fotografia-Natural, Cena de Sala de Estar e Jantar no Crepúsculo e Modo Estrutura com nível de criatividade em 33, foram realizados os seguintes testes com o prompt.

Realizando uma comparação entre as imagens geradas e a original, pode-se perceber primeiramente algumas incongruências, a IA teve dificuldade com o reconhecimento dos diferentes materiais utilizados no painel, deixando de fora alguns detalhes como os ripados espelhados. Também nota-se que a iluminação externa não adentrou ao ambiente, sendo a janela existente, tampada por MDF.

De modo geral, a Figura 1 utilizando Prompt em inglês e Figura 5 sem prompt, assemelhavam-se mais com a imagem original, conseguindo identificar os eletrodomésticos e adicionando algumas iluminações; com falta ainda das diferenças nos MDFs do painel, porém equivale-se com o final. De forma geral, a Figura 1 utilizando Prompt em inglês teve melhores resultados.

Outra IA utilizada foi a MNML, na página inicial são disponibilizadas diversas ferramentas de renderização, especializadas no estilo de render que o usuário busca, é possível escolher renders para áreas externas, internas, melhorar um render existente, adicionar um estilo em um render ou imagem existente, transformar um esboço em imagem, criar uma imagem a partir de uma descrição, fazer renders em 2d, e editar imagens. Para fins de informação, todas as ferramentas utilizadas para geração das imagens tratam-se da versão gratuita da IA.

Depois de selecionado qual render será feito, o usuário é direcionado para uma página, onde será inserido os dados para a renderização. A primeira ferramenta é o modo de render, onde o usuário seleciona se optará pela geração de uma imagem mais precisa, balanceada ou criativa, deste modo define quanto a IA poderá mudar a imagem usada.

Depois disso, é possível anexar um arquivo de imagem que será usado como base. Para a IA compreender melhor, é possível definir mais alguns dados sobre o que está sendo apresentado. No primeiro espaço, o site pede qual será o tipo do ambiente, nas opções de interiores há; sala de estar, cozinha, escritório, banheiro, entre outros.

O próximo dado a ser inserido, é o estilo que o ambiente terá, algumas opções são; warm and cozy, luxo, minimalista, boho, neoclássico, industrial, entre outros. Para as opções de prompt é possível fazer uma descrição da imagem, ou adicionar elementos, como descrever o estilo de iluminação que será utilizada. E um diferencial positivo desta IA, é o prompt negativo, onde é possível descrever o que deverá ser retirado da imagem, este estilo do prompt não foi utilizado para manter a semelhança da imagem com as demais IAs.

Ainda há outras opções para agregar no resultado final, uma delas é a possibilidade de mobiliar o espaço, caso a imagem escolhida for um ambiente vazio, e esta ferramenta for ativada, a IA preencherá os espaços vazios. Outra ferramenta é o afinador de estilo, que é uma régua de 0 a 50, em que o usuário define quanto a IA poderá alterar o estilo do ambiente. Outra opção é mudar o estilo da imagem final, e entre as opções ela disponibiliza; realista (a imagem parecerá um render), noite (parecerá um render com a iluminação noturna), sketch (onde a imagem ficará parecida com um esboço), e watercolor (onde a imagem será similar a uma pintura

feita com aquarela). E a última ferramenta é a velocidade do render, que pode ser rápido, mas de qualidade inferior e velocidade boa, de onde é mais lenta, mas qualidade superior.

Para gerar as imagens abaixo foi usado o modo de render para interiores, com o estilo mais preciso e o nível de estilo baixo, em apenas 10 de 50. Para a IA entender o estilo do ambiente é possível escolher entre algumas opções de estilo, as escolhidas foram:

- Para o ambiente; uma cozinha.
- Para o estilo arquitetônico: warm and cozy/clássico.
- Para o estilo de render: realista.
- Velocidade do render: Boa.

Em comparação com o render feito por um programa destinado para isto, as Figuras 7 e 8, geradas com texto em inglês, tiveram algumas deficiências. Na imagem com estilo warm and cozy por exemplo, a IA não conseguiu identificar a TV, nem os dois painéis de LED no forro da cozinha, ele mudou o tom de alguns elementos, como por exemplo o painel, que de dois tons passou a ter somente uma cor, alguns armários como o ripado da cozinha, o armário da TV e a torre quente. E alguns elementos adicionais, como as persianas da cozinha, passaram a ter um tom amadeirado, o piso passou a ser de madeira e a coifa que passou a ter um tom acobreado. A imagem no estilo luxo, se comportou de forma semelhante, com pequenas diferenças, uma delas é o painel da TV que passou a ter os detalhes de cores distintas, a televisão que passou a ser branca como o painel, a persiana que foi renderizada pela metade, o forro da cozinha que passou a ser branco, e o móvel da ilha da cozinha, que passou a ser inteiro em um tom amadeirado.

Com o prompt em português, como podemos observar nas Figuras 9 e 10, esta IA parece não ter compreendido a descrição utilizada, pois a imagem gerada não tem proximidade alguma com o render. De forma geral, ele mudou praticamente todas as cores dos móveis e eletrodomésticos, e interpretou que a TV seria um quadro, deixando colorido.

Já nas Figuras 11 e 12, geradas sem prompt, é mais similar ao que se pretendia. No estilo warm and cozy, a paleta de cores se manteve muito próxima, em tons neutros. A IA ainda não consegue distinguir as diferenças de cores no painel da TV, mas identificou o aparelho, mantendo sua cor. Alguns outros elementos na imagem, como o armário embaixo da TV, as cadeiras, a coifa e as luminárias em cima da ilha passaram a ter um tom acobreado. Ele ainda mudou alguns elementos para um tom amadeirado, como a parede da cozinha, o armário ripado, a persiana, a torre quente, o armário da pia, e uma parte do piso, que próximo a porta do corredor ficou de madeira, e no restante passou a parecer um carpete. O estilo luxo se manteve muito próximo ao primeiro estilo, com a diferença que há mais spots de luz e em cores de luz mais quentes, as cadeiras da ilha da cozinha são em um tom mais escuro, a televisão ficou mais parecida com um espelho, os detalhes do painel e outros detalhes na imagem parecem ter um brilho metálico e o piso parece ter um acabamento polido.

A última IA utilizada foi a ReRender, é uma ferramenta de inteligência artificial voltada para arquitetos, designers e profissionais do mercado imobiliário, projetada para criar renderizações foto realistas de alta qualidade com rapidez e eficiência. Ela é amplamente utilizada em projetos de ambientes internos e externos, com diversas funcionalidades e aplicações.

Em ambientes externos, é excelente para visualizações de fachadas, paisagens urbanas e projetos imobiliários com ampla variação de condições climáticas e iluminação natural.

Para ambientes internos, muito útil para de interiores, permitindo personalizar texturas, móveis e esquemas de iluminação para criar espaços realistas e impactantes.

A ReRender AI, é uma ferramenta rápida, capaz de concluir renderizações em cerca de 15 segundos, demonstrando grande versatilidade ao suportar projetos tanto com interiores detalhados, como paisagens e fachadas. Oferece mais de 50 opções de design, abrangendo estilos históricos e modernos, como neogótico, barroco, escandinavo e pós-moderno. Compatível com ferramentas como AutoCAD, Blender e SketchUp, a plataforma permite ajustes personalizados em materiais, iluminação e cenários para atender às necessidades específicas de cada projeto.

Ela também oferece planos gratuitos e pagos, com interface intuitiva, acessível para iniciantes e profissionais experientes. Sua eficiência depende da qualidade dos modelos ou imagens fornecidos, especialmente em ambientes internos, onde mais detalhes no design podem fazer diferença. Para as comparações realizadas, foi utilizado a versão gratuita da IA, sem utilização de ferramentas pagas.

Ao analisar os renders gerados com alterações apenas no prompt, observa-se que a IA apresenta uma boa precisão na representação de móveis e uma detecção satisfatória de iluminação, como mostram as figuras 13, 14 e 15. Contudo, a fidelidade às texturas, como o MDF marmorizado, e às cores exatas dos móveis ainda não é plenamente alcançada. Entre os

resultados, a figura 13, gerada com o prompt em inglês foi a que mais se aproximou do resultado esperado.

Para avaliar o desempenho das três plataformas de inteligência artificial utilizadas na renderização de imagens arquitetônicas, foi desenvolvida uma análise comparativa baseada em critérios específicos: assertividade na aplicação de materiais, fidelidade na representação de móveis e qualidade da iluminação. Cada critério recebeu uma nota de 1 (péssimo) a 5 (excelente), e ao final, calculou-se a média geral de desempenho de cada ferramenta.

Tabela 1 - Comparação entre IA's

COMPARATIVO ENTRE INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS					
Inteligência Artificial	Assertividade com materiais	Fidelidade com Móveis	Iluminação	Realismo	Total (média)
PromeAI	3	4	2	4	3,25
MNML	2	4	4	4	3,50
ReRender	2	3	4	3	3,00
1- Péssimo 2- Regular 3- Bom 4- Ótimo 5- Excelente					

Fonte: As Autoras, 2024.

Os resultados mostraram diferenças sutis entre as plataformas, com MNML apresentando a maior média (3,50), enquanto PromeAI alcançou 3,25 e ReRender, a menor média, com 3,00. Apesar da leve vantagem da MNML, os resultados revelam que nenhuma das ferramentas atingiu uma pontuação próxima ao desempenho ótimo, sugerindo que todas ainda possuem limitações significativas. Essa pequena variação nas notas evidencia que, embora as ferramentas apresentem potencial, ainda há espaço para aprimoramentos, especialmente na fidelidade dos detalhes arquitetônicos,

como a precisão na iluminação e a representação de móveis e materiais. Os dados reforçam a necessidade de avanços nos algoritmos dessas plataformas para atender plenamente às expectativas do mercado arquitetônico e maximizar sua aplicabilidade prática.

4. CONCLUSÃO

A análise realizada neste artigo evidenciou que o uso da inteligência artificial (IA) para renderizações arquitetônicas apresenta resultados promissores, mas ainda enfrenta limitações que devem ser superadas. A avaliação das ferramentas PromeAI, MNML e ReRender, baseada em critérios como assertividade nos materiais, fidelidade nos móveis, qualidade da iluminação e realismo, mostrou que, apesar das diferenças sutis entre as plataformas, nenhuma atingiu resultados excelentes. O desempenho médio variou de 3,00 a 3,50, destacando o potencial de cada IA, mas também suas fragilidades em aspectos fundamentais para a representação arquitetônica.

Utilizando este formato de avaliação, foi possível identificar padrões de comportamento das ferramentas, como dificuldades na reprodução de detalhes específicos, na interpretação de materiais complexos e na integração de iluminação realista. Esses desafios sugerem que os algoritmos de IA precisam de melhorias para oferecer resultados mais alinhados às demandas dos profissionais de arquitetura e design. A análise revelou ainda que pequenas diferenças nos resultados, como no caso da MNML, que obteve a melhor média (3,50), não garantem uma vantagem significativa em relação às demais, reforçando que todas as plataformas carecem de refinamento.

Um ponto identificado na análise é a dificuldade da IA em diferenciar materiais específicos, como MDF e madeira ou material marmorizado. Essa limitação pode ser atribuída ao uso de termos genéricos ou técnicos nos prompts, que podem dificultar a interpretação dos algoritmos. Ajustes no prompt, utilizando descrições mais detalhadas ou acessíveis, poderiam facilitar a identificação correta dos materiais, melhorando a precisão das renderizações e os resultados gerais das ferramentas avaliadas.

No entanto, o formato de avaliação utilizado neste estudo é apenas um ponto de partida. Para compreender plenamente as capacidades e limitações dessas ferramentas, recomenda-se o desenvolvimento de novos formatos de avaliação que incorporem critérios mais detalhados e abrangentes, como a análise da adaptação cultural, a flexibilidade criativa e a interação do usuário com os sistemas. Isso permitirá uma análise mais rica e alinhada às necessidades práticas do mercado.

Em suma, o uso da IA para renderizações arquitetônicas é uma realidade promissora, mas ainda em construção. A adoção de metodologias de avaliação mais avançadas e o contínuo aprimoramento dos algoritmos dessas ferramentas são essenciais para consolidar a IA como uma aliada indispensável no campo da arquitetura. Esse esforço conjunto pode transformar não apenas a qualidade das representações visuais, mas também o próprio processo criativo e técnico da profissão.

5. REFERÊNCIAS

BRÍGITTE, Giovanna Tomczinski Novellini. **Projeto, padrões e tecnologia: da linguagem de XX Alexander à programação e inteligência artificial**. Píxo, Pelotas, v. 5, n. 17, p. 49-63, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/20135>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CARPO, Mario. **The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2017. Disponível em: <<https://direct.mit.edu/books/book/3526/The-Second-Digital-TurnDesign-Beyond-Intelligence>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CHAILLOU, Stanislas. **Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice**. Birkhäuser, 2022. Disponível em: <<https://dokumen.pub/artificial-intelligence-and-architecture-from-research-to-practice-9783035624045-9783035624007.html>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

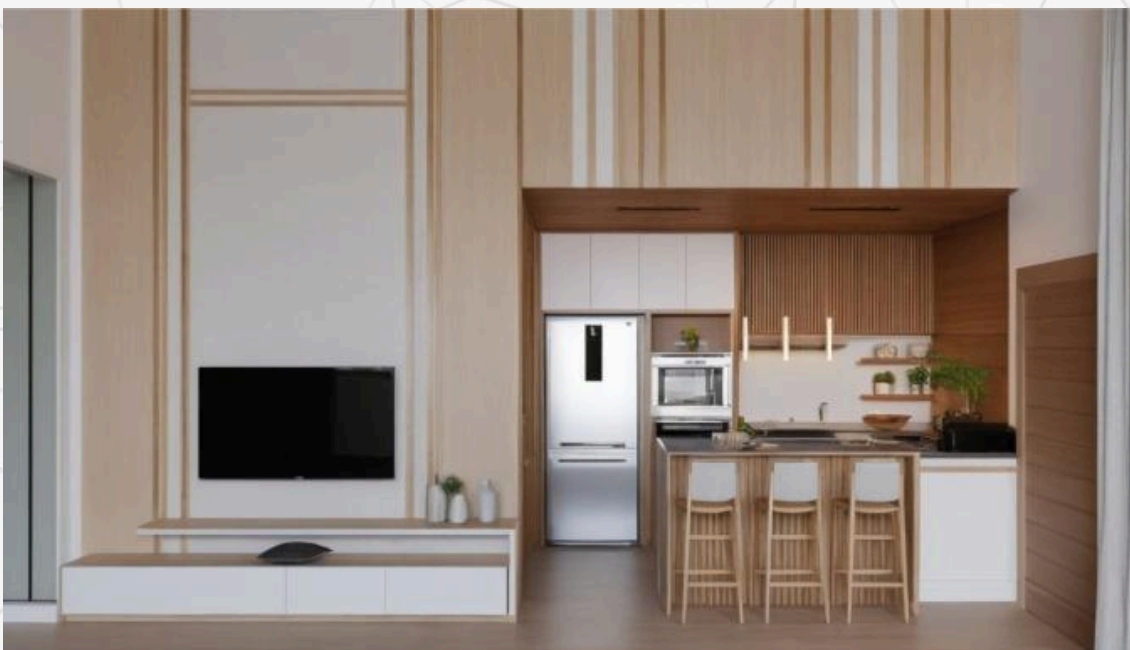
MNML. Architecture AI Design Assistant. Disponível em: <<https://mnml.ai/>>. Acesso em: 28 out. 2024.

PROMEAI. Gerador de Arte AI Gratuito. Disponível em <<https://www.promeai.pro/pt>> . Acesso em: 22 out. 2024.

RERENDER AI. Instant photorealistic renders for architects & designers. Deepgram. Disponível em: <<https://www.deepgram.com>>. Acesso em: 6 nov. 2024.

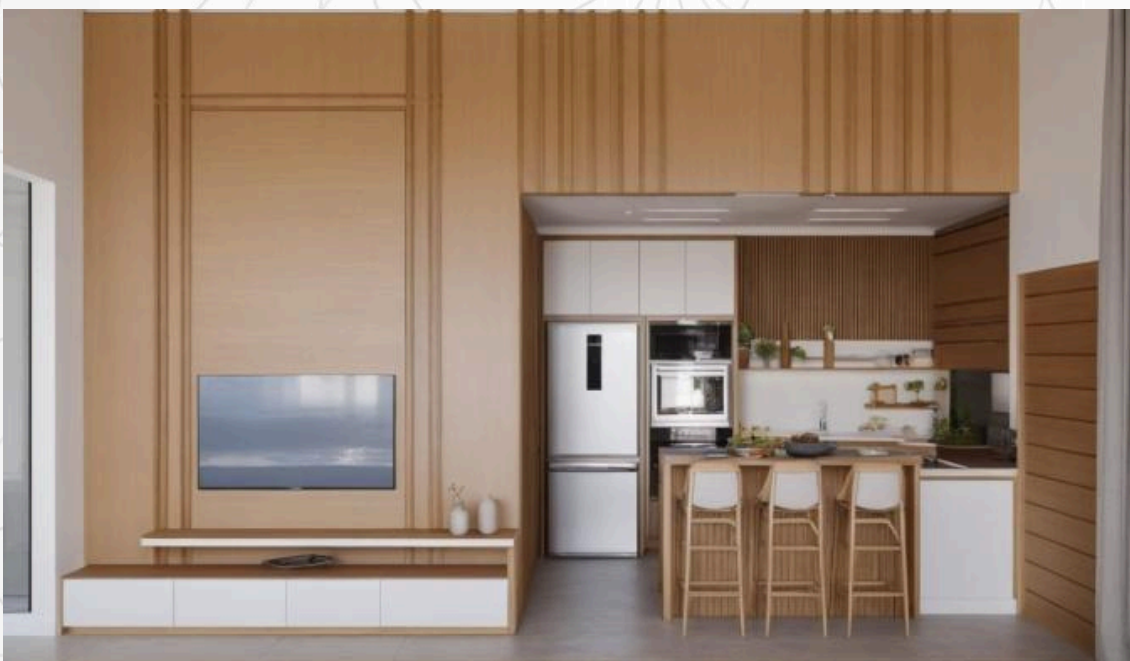
ZANCANELI, Mariana Alves. As imagens digitais fotorrealísticas e a apresentação dos projetos de interiores na era digital. Dissertação (**Mestrado em Ambiente Construído**) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/11591>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Figura 1: Imagem gerada no PromeAI com prompt em Inglês.



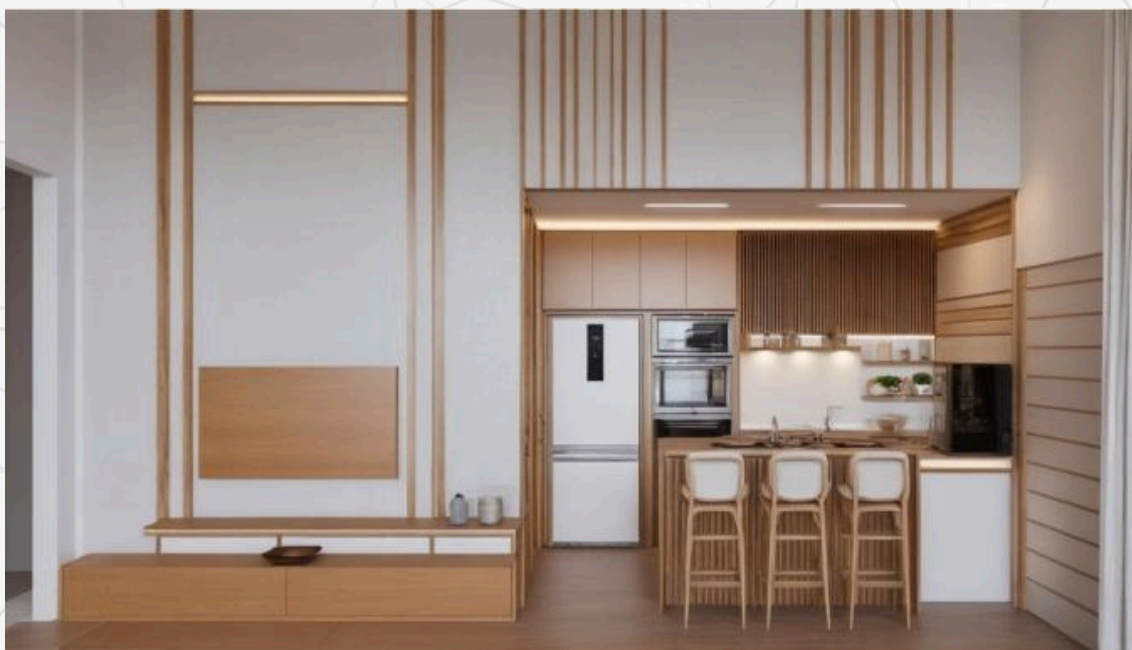
Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 2: Imagem gerada no PromeAI com prompt em Inglês.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 3: Imagem gerada no PromeAI com prompt em Português.



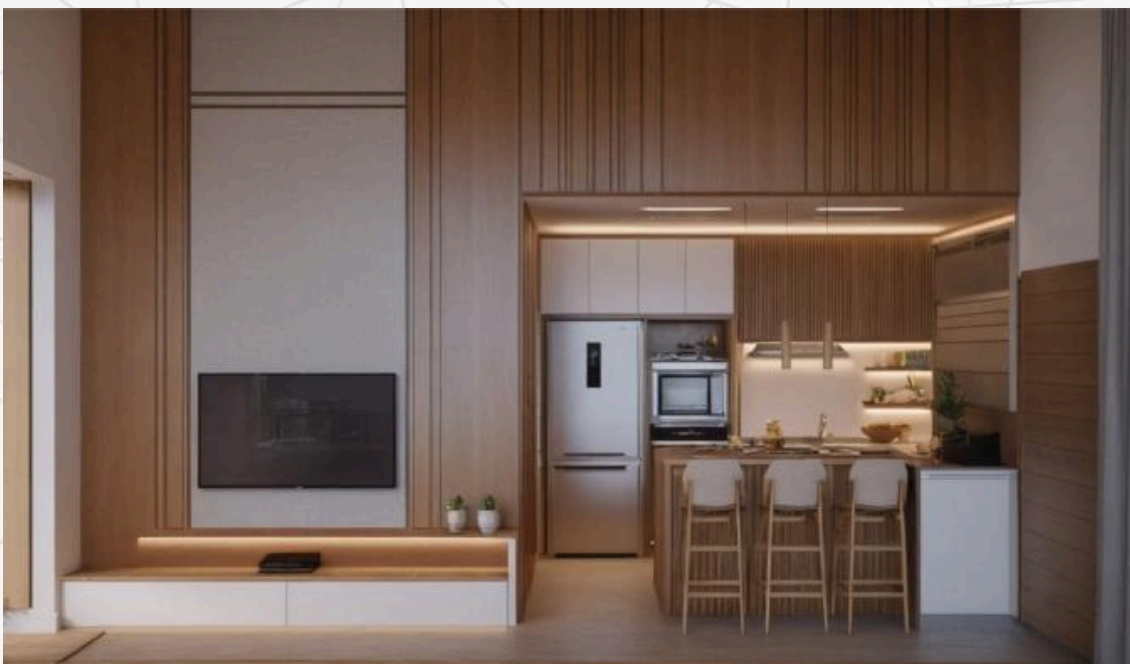
Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 4: Imagem gerada no PromeAI com prompt em Português.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 5: Imagem gerada no PromeAI sem prompt.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 6: Imagem gerada no PromeAI sem prompt.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 7: Imagem gerada na MNML com estilo warm and cozy.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 8: Imagem gerada na MNML com prompt em Inglês e estilo luxo.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 9: Imagem gerada na MNML com prompt em português com estilo warm and cozy.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 10: Imagem gerada na MNML com prompt em português com estilo luxo.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 11: Imagem gerada na MNML sem prompt com estilo warm and cozy.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 12: Imagem gerada na MNML sem prompt com estilo luxo.



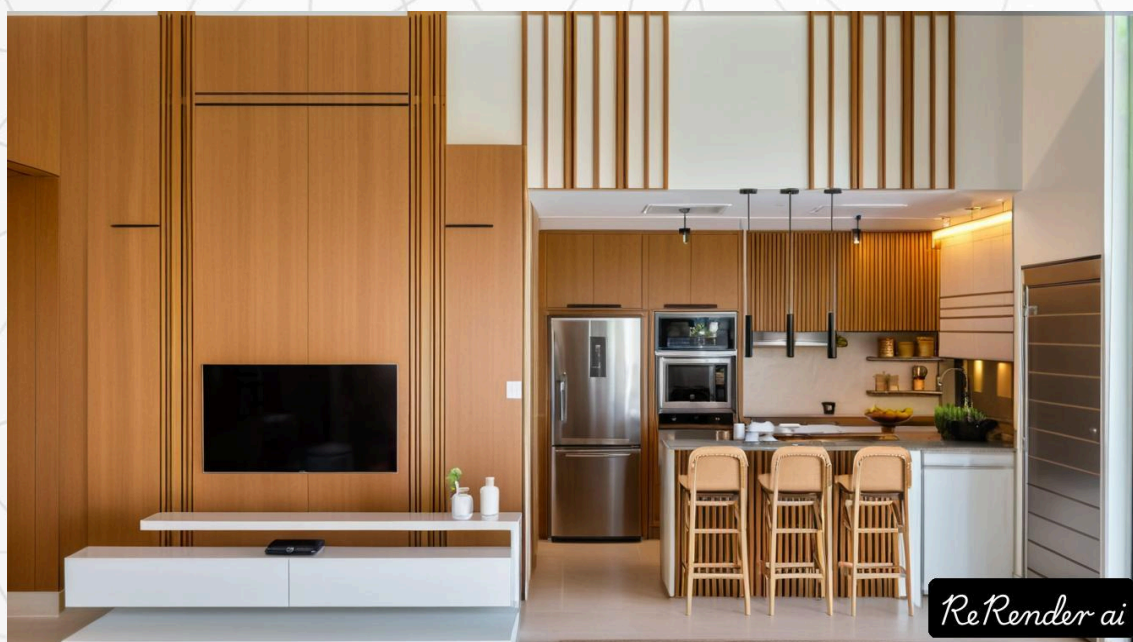
Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 13: Imagem gerada no ReRender com prompt em inglês e estilo madeira quente moderna.



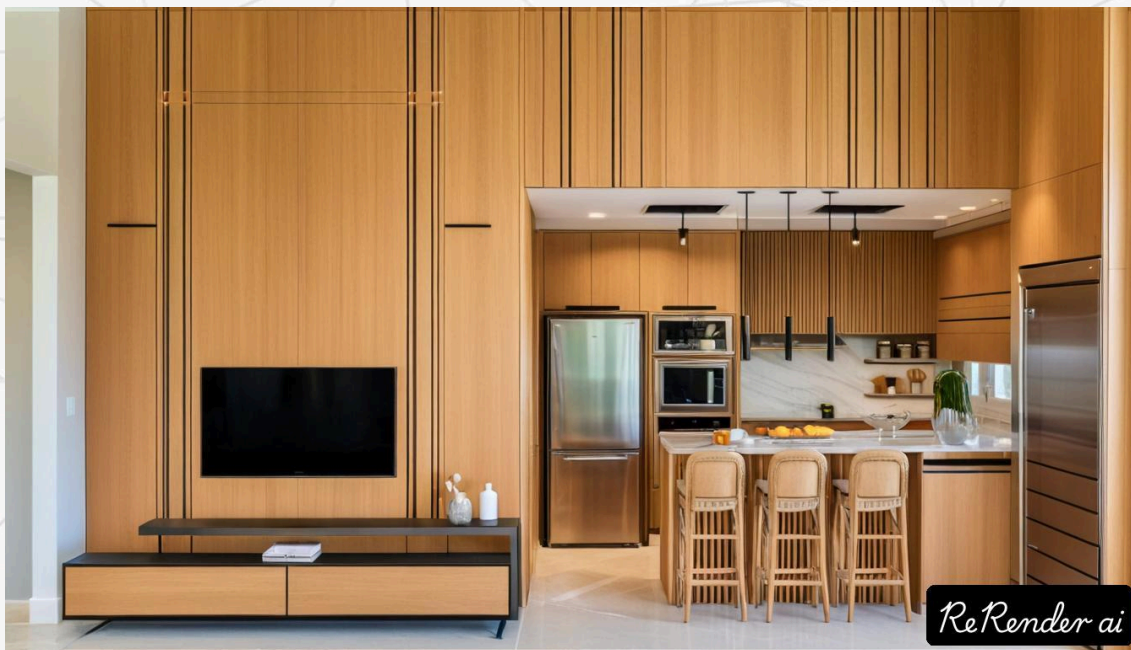
Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 14: Imagem gerada no ReRender com prompt em português e estilo madeira quente moderna.



Fonte: As Autoras, 2024.

Figura 15: Imagem gerada no ReRender sem prompt e estilo madeira quente moderna.



Fonte: As Autoras, 2024.