

# Integração da IA Generativa no Desenvolvimento Web: Um Framework Conceitual Baseado em Percepções Profissionais

Raimundo Gustavo Rodrigues de Oliveira<sup>1</sup>, José Ermeson Silva Carmo<sup>2</sup>

**Resumo:** O desenvolvimento *web* enfrenta o desafio de criar aplicações para uma gama crescente de dispositivos e finalidades, aumentando a complexidade do processo. Nesse contexto, a Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa) surge como uma ferramenta promissora para auxiliar os desenvolvedores, com diversas opções disponíveis no mercado, como *ChatGPT* e *Gemini*. Este estudo investigou o uso e o impacto da IA generativa no desenvolvimento *web*, a partir da perspectiva de profissionais da área. Para atingir esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos: mapear a percepção e o uso de ferramentas de IA generativa por desenvolvedores *web*; avaliar o impacto percebido da IA generativa no ciclo de vida do desenvolvimento *web*; identificar padrões e tendências no uso da IA generativa em relação à experiência dos desenvolvedores e às diferentes áreas de atuação; e propor um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração da IA generativa no processo de desenvolvimento *web*. A pesquisa foi realizada com 31 profissionais da área, por meio de um questionário *survey* com perguntas de múltipla escolha e subjetivas. Os resultados indicam que o *ChatGPT* é a ferramenta mais popular, utilizada principalmente para geração de código, testes e planejamento. A maioria dos participantes percebe um impacto positivo na qualidade do código e redução do tempo de desenvolvimento, especialmente nas etapas de implementação e testes. O estudo também revelou que a experiência dos desenvolvedores influencia sua percepção sobre a IA generativa, com os menos experientes tendendo a serem mais otimistas. As respostas subjetivas dos participantes foram analisadas e categorizadas, fornecendo *insights* sobre as expectativas, preocupações e sugestões para o desenvolvimento e integração da IA generativa no desenvolvimento *web*. Com base nesses resultados, o estudo propõe um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração da IA generativa no desenvolvimento *web*, visando auxiliar desenvolvedores a utilizar a IA generativa eficientemente em seus projetos.

**Palavras-chave:** inteligência artificial generativa; ferramentas de IA; desenvolvimento *web*; *framework* conceitual.

## INTRODUÇÃO

Devido ao avanço da tecnologia nos últimos anos, a Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel central em diversos setores, como educação e saúde (Yu; Guo, 2023; Çelik, 2019). No contexto do desenvolvimento de *software*, a utilização da IA não é limitada a oferecer soluções automatizadas, mas também redefine os fluxos de trabalho tradicionais, permitindo maior eficiência e criatividade (Sichman, 2021; Manyika; Bughin, 2018). Essas inovações são particularmente

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Sistemas de Informação. Centro Universitário Paraíso (UniFAP). Rua da Conceição, 1228 — São Miguel — CEP: 63.010-465 — Juazeiro do Norte—CE. E-mail: gustavo\_oliveira@aluno.fapce.edu.br

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas, Mestre em Design, Especialista em Segurança da Informação e Graduado em Sistemas de Informação. Professor do Curso de Sistemas de Informação. Centro Universitário Paraíso (UniFAP). Rua da Conceição, 1228 — São Miguel — CEP: 63.010-465 — Juazeiro do Norte—CE. E-mail: ermeson.silva@fapce.edu.br

relevantes em um ambiente caracterizado por prazos cada vez mais curtos e pela crescente demanda por aplicações que atendam às necessidades recorrentes de usuários e empresas (Manyika; Bughin, 2018).

Em 2020, a chegada do modelo *Generative Pre-trained Transformer 3* (GPT-3), da *OpenAI*, marcou um ponto de virada na produção de conteúdo, notável pelo rápido registro de 100 milhões de usuários pela *OpenAI* (Downing; Soja, 2024). O GPT-3 é construído sobre o algoritmo de aprendizado profundo *Large Language Model* (LLM), permitindo uma ampla gama de tarefas de processamento de linguagem natural (PLN), possibilitando uma interação intuitiva por meio de *chatbots* (Yenduri *et al.*, 2023).

O campo da Inteligência Artificial (IA) transcende a compreensão do conceito de inteligência; envolve também a construção de modelos inteligentes, máquinas capazes de calcular como agir de forma eficiente e segura em uma variedade de situações, incluindo aquelas que são novas e desafiadoras, a exemplo de um robô aspirador que precisa adaptar-se em ambientes diferentes para realizar sua função. Sobre a inteligência, existem duas principais vertentes de pensamento: uma que se concentra na fidelidade ao desempenho humano, no sentido de replicar as ações humanas no contexto de resolução de um problema, e outra que aborda de maneira mais abstrata e formal, denominada racionalidade. A racionalidade envolve a capacidade de realizar ações corretas de acordo com objetivos previamente definidos, seguindo princípios lógicos.

Os modelos baseados em princípios lógicos, conhecidos como o modelo padrão da IA, são os mais comuns e precisos para realizar tarefas bem definidas. No entanto, enfrentam desafios ao lidar com cenários que exigem adaptação para resolver problemas específicos. Nesses casos, o aprendizado de máquina é empregado para lidar com problemas mais abrangentes, sendo um método focado em treinar padrões de comportamento probabilísticos por meio da análise de conjuntos de dados para treinar modelos de IA. Outra abordagem é o aprendizado profundo, que utiliza redes neurais como camadas isoladas configuráveis para desenvolver uma ampla gama de interações possíveis relacionadas aos modelos de Inteligência Artificial (Russell; Norvig, 2022).

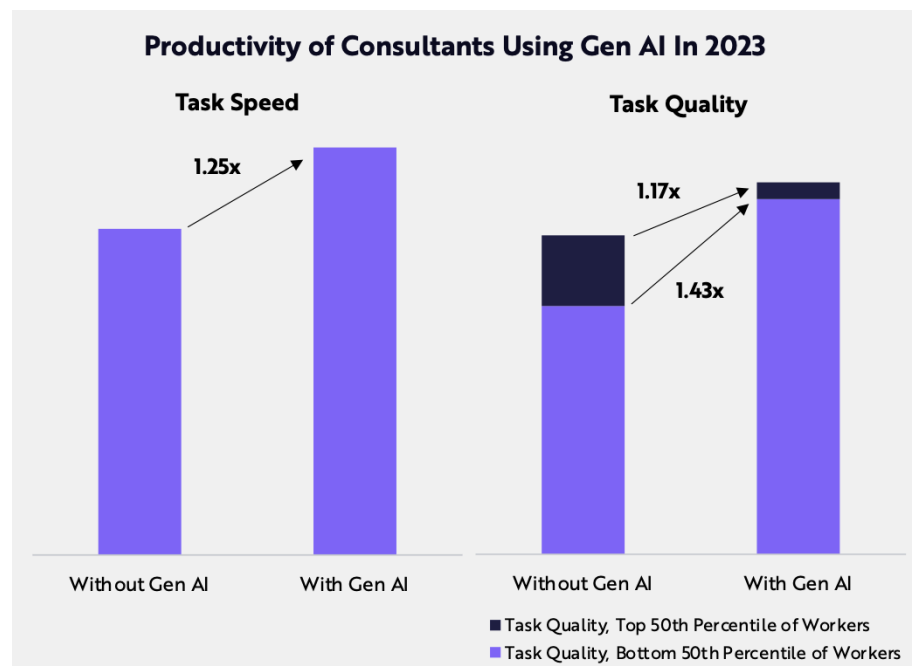
A Inteligência Artificial generativa (IA generativa) representa uma derivação da Inteligência Artificial (IA), caracterizada por sua habilidade de produzir conteúdo original, em contraste com sistemas especialistas que tipicamente se restringem à análise ou execução de ações baseadas em dados pré-existentes (Yu; Guo, 2023). Os modelos de IA generativa, alimentados por vastos conjuntos de dados abrangendo texto, código, imagem, áudio, vídeo, sequências temporais e dados estruturados, demonstram a capacidade de gerar conteúdo novo e diversificado. Por exemplo, o DALL-E é um modelo voltado para a criação de imagens, enquanto o *GitHub Copilot* destaca-se na geração de código (Gozalo-Brizuela; Garrido-Merchán, 2023).

Recentemente, esta tecnologia desempenha um papel de destaque em diversas áreas, principalmente devido à redução dos custos de treinamento de modelos, despertando o interesse de empresas de todos os tamanhos (Downing; Soja, 2024). Além disso, a utilização da IA associa-se a um aumento significativo na produtividade no desenvolvimento de *software*, quase duplicando a eficiência em comparação com a realização de tarefas sem assistência da IA (Kalliamvakou, 2022). Este desempenho resultou no surgimento de modelos aplicados em uma variedade de campos, incluindo a indústria do entretenimento, na qual filmes e jogos

podem incorporar conteúdos gerados por Inteligência Artificial (Gozalo-Brizuela; Garrido-Merchán, 2023).

A Inteligência Artificial generativa já demonstra resultados tangíveis no aumento da produtividade de desenvolvimento de *software*. Por exemplo, em tarefas típicas de um desenvolvedor como escrever código, realizar testes e revisões (Downing; Soja, 2024). Além da execução mais rápida das tarefas, observa-se que os profissionais que utilizam a IA generativa relatam maior satisfação no trabalho (Kalliamvakou, 2022). Em um estudo realizado por Dell'Acqua *et al.* (2023), com 758 consultores, colocados em situações com e sem IA generativa, observou-se que os consultores que usam IA foram significativamente mais produtivos (completaram 12,2% mais tarefas em média e concluíram tarefas 25,1% mais rapidamente) e produziram resultados de qualidade significativamente maiores (40% mais qualidade) comparados com os consultores que não utilizaram IA generativa, conforme evidenciado na Figura 1.

Figura 1 – Produtividade de consultores usando IA generativa em 2023



Fonte: Dell'Acqua *et al.* (2023)

Contudo, embora o aumento significativo da produtividade na realização de tarefas utilizando a tecnologia de IA generativa seja evidente, o estudo revela que o desempenho dos consultores foi notavelmente elevado, considerando a avaliação humana da tarefa realizada. O tamanho médio do efeito é de 46,6%, em comparação com o resultado obtido sem a avaliação humana, ressaltando a importância da supervisão de profissionais na utilização da IA generativa (Dell'Acqua *et al.* 2023).

Este estudo investigou o uso e o impacto da Inteligência Artificial generativa no desenvolvimento *web* a partir da perspectiva de profissionais da área. O foco principal foi analisar como os desenvolvedores *web* percebem e utilizam as ferramentas de IA generativa em diferentes etapas do ciclo de vida do

desenvolvimento *web*, visando fornecer um panorama do papel dessa tecnologia no setor e oferecer recomendações práticas para sua integração.

Ainda que o potencial da Inteligência Artificial generativa tenha sido amplamente reconhecido e comprovado em diversos contextos, a seleção da ferramenta de IA generativa mais adequada para cada projeto de desenvolvimento *web* representa um desafio contínuo (Nguyen-Duc *et al.*, 2023). Isso se deve à variedade de ferramentas disponíveis aliada à ausência de pesquisas que explorem o uso e o impacto real dessas ferramentas em diferentes contextos do desenvolvimento *web*.

Embora a IA generativa seja uma área de pesquisa em rápida expansão, com estudos explorando seu potencial em diversas áreas, como geração de imagens e otimização de páginas *web* (Aldahoul *et al.*, 2023), há uma lacuna na literatura em relação ao uso e impacto específico da IA generativa no desenvolvimento *web*, especialmente na escolha da ferramenta mais adequada para diferentes necessidades e contextos. Esta pesquisa tem em vista suprir essa lacuna, investigando como os desenvolvedores *web* percebem e utilizam as ferramentas de IA generativa em seus trabalhos.

O presente estudo investigou o uso e o impacto da IA generativa no desenvolvimento *web* a partir da perspectiva de profissionais da área. Por meio de um *survey* com desenvolvedores *web*, a pesquisa buscou identificar as ferramentas mais utilizadas, analisar a percepção dos desenvolvedores sobre o impacto da IA generativa na qualidade do código, no tempo de desenvolvimento e nas diferentes etapas do ciclo de vida do desenvolvimento *web*, e por fim, propor um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração efetiva da IA generativa no processo de desenvolvimento.

Têm-se como objetivos específicos:

- Desenvolver e aplicar um questionário (Apêndice A) para mapear a percepção e o uso de ferramentas de IA generativa por desenvolvedores *web*;
- Avaliar, por meio de análise estatística dos dados coletados, a percepção dos desenvolvedores *web* sobre o impacto da IA generativa na qualidade do código, no tempo de desenvolvimento e nas diferentes etapas do ciclo de vida do desenvolvimento *web*;
- Identificar padrões e tendências no uso da IA generativa em relação à experiência dos desenvolvedores e às diferentes áreas de atuação por meio de análises qualitativas e quantitativas das respostas ao *survey*;
- Propor um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração efetiva da IA generativa no processo de desenvolvimento *web* com base nos resultados do *survey*.

Para atingir os objetivos, a presente pesquisa optou por uma abordagem realizada em três etapas: (1) desenvolvimento, validação e aplicação de um questionário (Apêndice A) sobre o uso de IA generativa no desenvolvimento *web*, revisado por especialistas e ajustado após um teste-piloto; (2) análise quantitativa e qualitativa dos dados coletados, utilizando ferramentas e modelos de IA para identificar padrões e tendências; e (3) elaboração de um *framework* conceitual baseado nos resultados, oferecendo diretrizes para a integração eficaz da IA generativa na área.

Assim, o presente estudo está dividido em quatro seções. A Seção 1 apresenta uma revisão da literatura sobre IA generativa, abordando o

desenvolvimento histórico da área e as principais ferramentas e técnicas. A Seção 2 detalha a metodologia da pesquisa, descrevendo o tipo de estudo, os participantes, o instrumento de coleta de dados e as técnicas de análise utilizadas. Na Seção 3, são apresentados os resultados da pesquisa, acompanhados de gráficos e tabelas que ilustram as respostas dos participantes sobre o uso e o impacto da IA generativa no desenvolvimento *web*. Além disso, os resultados são discutidos, interpretando os achados e relacionando-os com a literatura e o contexto da pesquisa. Por fim, a Seção 4 conclui o estudo, reforçando as principais conclusões sobre o impacto da pesquisa.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção explora as origens da Inteligência Artificial (IA) e da IA generativa, destacando as primeiras discussões e os modelos iniciais que estabeleceram os fundamentos para as tecnologias atuais. Em seguida, aborda a evolução desses modelos, culminando em uma análise sobre a relevância dessas tecnologias no desenvolvimento de *software*. Além disso, são apresentadas as principais arquiteturas e mecanismos que sustentam os modelos de IA generativa, acompanhadas de uma descrição sucinta de suas aplicações práticas.

### 1.1 Origens e Evolução da IA

O início do pensamento a respeito da Inteligência Artificial remete a ideias e conceitos antes mesmo de sua aplicação. Em 1956, o *workshop* do *Dartmouth College*, definiu formalmente a IA como campo de estudo científico e acadêmico. Organizado por John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon, foi retratado que o estudo deveria seguir a ideia de que “cada aspecto do aprendizado ou qualquer outra característica da inteligência pode, em princípio, ser descrito com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-lo” visando descobrir como fazer as máquinas resolverem problemas até então reservados aos humanos. O *workshop* registrou a primeira tentativa de reunir especialistas para explorar a possibilidade de criar máquinas inteligentes, estabelecendo as bases para o desenvolvimento da IA moderna (McCarthy *et al.* 1955).

Entretanto, o conceito de IA não é do século XX. A noção de automação e Inteligência Artificial apontam para a Grécia antiga. A exemplo da mitologia grega que descreve autômatos como Talos, um gigante de bronze que protegia a ilha de Creta, e Hefesto, o deus ferreiro que forjou servos mecânicos para ajudá-lo. Esses conceitos representam os primórdios da tentativa de compreensão e alusão a máquinas com características humanas e Inteligência Artificial (Mayor 2018).

Escrito por Alan Turing em 1950, o artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”, elaborou a questão “As máquinas podem Pensar?” e introduziu o que hoje é o conhecido como “Teste de Turing”, um experimento mental que define um critério para avaliar se uma máquina pode exibir comportamento inteligente indistinguível de um ser humano. A ideia de Turing de que as máquinas poderiam simular processos de pensamento humano forneceu a base teórica para o desenvolvimento da IA (Turing, 1950).

Durante a década de 1950, os avanços da IA sofreram limitações devido aos altos custos e à capacidade restrita de computação. Contudo, o *Dartmouth Summer Reserch Project*, estabeleceu as bases para duas décadas de avanços expressivos na área. Nos anos 1970, artistas e pesquisadores começaram a explorar a

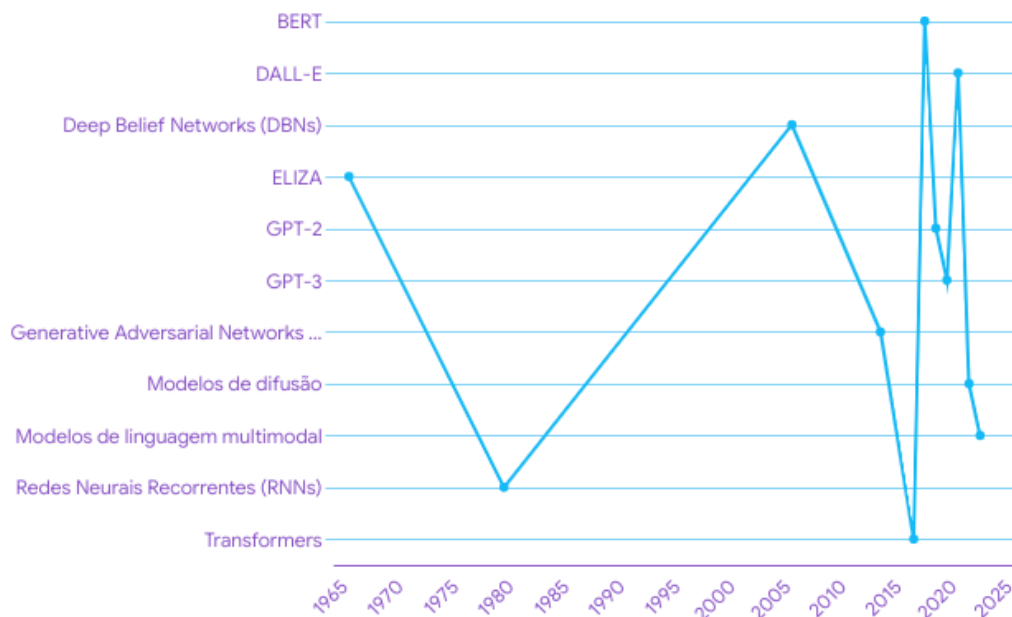
Inteligência Artificial (IA) em trabalhos artísticos, através do programa AARON, desenvolvido por Harold Cohen (Akhtar, 2024). Já um artista reconhecido, Cohen passou a investigar o potencial da IA na produção de arte, o que resultou na criação do AARON, um pioneiro programa de IA capaz de criar imagens de forma autônoma (Cohen, 2016).

Outro marco foi o programa ELIZA, desenvolvido por Joseph Weizenbaum no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1966, foi um dos primeiros programas de processamento de linguagem natural a simular conversas humanas. O programa utilizava um *script* chamado DOCTOR para imitar um psicoterapeuta rogeriano, que se trata de uma abordagem centrada na pessoa, respondendo às declarações do usuário com perguntas abertas para encorajar a continuidade da conversa. Apesar de sua simplicidade, ELIZA demonstrou o potencial da IA na interação humano-computador e inspirou o desenvolvimento de *chatbots* mais avançados (Cao *et al.*, 2023).

As cadeias de Markov, desenvolvidas por Andrey Markov no início do século XX, desempenharam um papel fundamental na modelagem de linguagens naturais. Por exemplo, em modelos de geração de texto, uma cadeia de Markov pode ser treinada para prever a probabilidade de uma palavra ocorrer com base na palavra anterior, gerando novas sequências de texto que preservam as características estatísticas do texto original (Akhtar, 2024). As Redes Neurais Recorrentes (RNNs), introduzidas em 1980, trouxeram a capacidade de processar sequências de dados, como texto e fala, permitindo avanços em áreas como tradução automática e reconhecimento de fala (Cao *et al.*, 2023). O Gráfico 1 expõe uma *timeline* das tecnologias e modelos que marcaram a evolução da IA generativa.

Gráfico 1 – *Timeline* das tecnologias e modelos de IA generativa.

#### Evolução das Tecnologias e Modelos de IA Generativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2024); Cao *et al.*, (2023)

No final dos anos 2000, com os avanços no aprendizado profundo, especialmente com *autoencoders* variacionais e *Generative Adversarial Networks* (GANs), tornou-se viável o desenvolvimento de redes neurais profundas capazes de aprender modelos generativos para dados complexos, como imagens. Em 2006, as *Deep Belief Networks* (DBNs) impulsionaram o aprendizado de representações complexas de dados, contribuindo para o desenvolvimento de modelos generativos mais robustos (Cao *et al.*, 2023). A introdução da rede *Transformer*, em 2017, representou um avanço significativo nos modelos generativos, resultando no lançamento do primeiro *Generative Pre-Trained Transformer* (GPT-1) em 2018, o modelo BERT também surgiu em 2018 com o advento da arquitetura *Transformer*.

Modelos subsequentes, como o GPT-2, GPT-3 e DALL-E, demonstraram notáveis avanços na geração de imagens. Em 2021, o lançamento do DALL-E, seguido por plataformas como Midjourney e Stable Diffusion, revolucionou a geração de imagens de alta qualidade a partir de *prompts* em linguagem natural (Akhtar, 2024). Os modelos de difusão, em 2022, e os modelos de linguagem multimodal, em 2023, estabeleceram um avanço significativo para os modelos de IA generativa (Cao *et al.*, 2023).

## 1.2 Importância da IA no Desenvolvimento de *Software*

O desenvolvimento de *software* representa uma fase essencial no processo de transformação de um conceito em uma aplicação funcional para o mercado. Nesse sentido, a automação emerge como um aspecto importante para aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, assegurar a qualidade do software (Nguyen-Duc *et al.*, 2023).

No âmbito da automação, a geração de código utilizando IA generativa visa produzir automaticamente trechos de código com base em requisitos e descrições expressas em linguagem natural (Nguyen-Duc *et al.*, 2023). O uso dessa tecnologia para a geração de código apresenta diversas vantagens, tais como acelerar o processo de programação, melhorar a eficiência e a precisão do desenvolvimento de *software*, diminuir o tempo e o esforço de codificação, e assegurar a consistência e a correção do código resultante (Downing; Soja, 2024).

Muitas soluções de geração de código estão sendo desenvolvidas com base em *Large Language Models* (LLMs). Embora a maioria funcione como assistente de codificação, também é possível codificar por meio de *prompts* de texto. Alguns exemplos dessas soluções são o Amazon CodeWhisperer, o CodeGeeX e o GitHub Copilot (Gozalo-Brizuela; Garrido-Merchán, 2023).

Vários estudos foram conduzidos para investigar a aplicação prática de modelos baseados em LLMs. Barke *et al.* (2023) examinaram o modo como os programadores empregam essa tecnologia, identificando dois padrões de uso: aceleração, quando a próxima ação é conhecida e o LLM é utilizado para agilizar o processo de codificação e exploração, quando a próxima ação é incerta e o LLM é utilizado para investigar opções de solução. Denny *et al.* (2024) evidenciaram que o GitHub Copilot poderia auxiliar na resolução de 60% dos problemas de programação, representando uma possível ferramenta para aprendizado de escrita de código.

Por fim, em termos de práticas de programação, o emprego de assistentes baseados em LLMs, como o GitHub Copilot, é frequentemente comparado à programação em pares (Bird *et al.*, 2023), destacando a crescente integração da IA

generativa como uma ferramenta complementar para a colaboração e aprimoramento contínuo no desenvolvimento de *software*.

### 1.3 Arquiteturas e Mecanismos dos Modelos de IA Generativa

Um modelo de IA generativa utiliza o aprendizado de máquina por meio de algoritmos de IA como retropropagação, um dos mais comuns utilizados no treinamento de redes neurais para criar novas instâncias de dados, baseando-se nos padrões e relacionamentos observados nos dados de treinamento (Feuerriegel *et al.*, 2024; Google Developers 2024). Nesse contexto, as redes neurais e aprendizados profundos são particularmente adequados para o propósito de geração de dados, ao poderem utilizar diferentes arquiteturas, como as *Generative Adversarial Networks* (GANs) para modelar diferentes tipos de dados, incluindo dados sequenciais ou espaciais (Janiesch; Zschech; Heinrich, 2021).

Introduzidas em 2014 por Ian J. Goodfellow *et al.*, as GANs revolucionaram o campo da IA generativa através de sua abordagem, consistindo em duas redes neurais artificiais: uma rede geradora, que tenta criar dados realistas, e uma rede discriminadora, que tenta distinguir entre dados reais e gerados. O processo de treinamento adversário entre essas duas redes permite que o gerador aprenda a criar dados cada vez mais consistentes (Goodfellow *et al.*, 2014). Em contraste com as GANs, a arquitetura das Redes Neurais Recorrentes (RNNs), apesar de serem ferramentas poderosas para modelar dados sequenciais, pode apresentar dificuldades no treinamento por retropropagação ao longo do tempo. Por isso, as RNNs são dificilmente usadas para tarefas de processamento de linguagem natural, como classificação de texto, apesar de sua capacidade em representar estruturas sequenciais (Dai; Le, 2015; Rumelhart; Hintont; Williams, 1986). Para resolver esse problema, as Redes Neurais de Longa e Curta Duração (LSTM) foram introduzidas. LSTMs utilizam um mecanismo de memória que permite à rede armazenar informações relevantes por períodos mais longos, possibilitando uma maior precisão em tarefas de geração de sequência (Hochreiter; Schmidhuber, 1997).

Com o objetivo de solucionar de vez o problema com o processamento de linguagem natural, em 2017 a arquitetura de *Transformers* foi introduzida por Vaswani *et al.* substituindo as RNNs e LSTMs por um mecanismo de atenção que permite o processamento paralelo de entradas, capturando dependências de longo alcance de forma mais eficiente (Vaswani *et al.*, 2023). O modelo GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) da OpenAI é um exemplo proeminente de como a arquitetura de *Transformers* impacta a IA generativa. O GPT, por exemplo, pode gerar texto coerente e fluido em diversos contextos, sendo utilizado em aplicações que variam de assistentes virtuais à criação de conteúdo automatizado (Brown *et al.*, 2020).

Os sistemas de IA generativa não consistem apenas no modelo, mas também em toda a infraestrutura para facilitar a interação do usuário, bem como o processamento de dados, como os *prompts*, sendo instruções fornecidas para gerar conteúdo. Um exemplo disso é o *GitHub Copilot*, que permite que desenvolvedores codifiquem de maneira mais eficiente, fornecendo um *prompt* e solicitando uma solução para uma tarefa de codificação. Essa etapa de construção de uma infraestrutura, amplia os recursos específicos do modelo, melhorando sua praticidade e usabilidade em cenários de uso real.

As aplicações de IA generativa representam soluções implementadas por organizações com o propósito de agregar valor, promovendo a eficiência



operacional, aprimorando a produtividade e solucionando problemas de negócios específicos, além de atender às demandas das partes interessadas. Podem ser considerados sistemas de tecnologia de tarefa humana ou sistemas de IA generativa que ampliam as capacidades humanas para realizar tarefas específicas. Esse nível de IA generativa abrange uma ampla gama de casos de uso reais, que vão desde a geração de conteúdo, filmes sintéticos e música até o desenvolvimento de *software* baseado em linguagem natural.

As principais preocupações ao incorporar modelos de IA generativa incluem escalabilidade, devido à demanda significativa de recursos de computação, bem como implantação e usabilidade (Feuerriegel *et al.*, 2024). Portanto, à medida que novos modelos são lançados no mercado, é necessário monitorar constantemente seu desempenho para evitar deterioração ao longo do tempo (Chen *et al.*, 2021).

#### 1.4 Capacidades e Limitações

Os Modelos baseados em *Generative Adversarial Networks* (GANs) e nos *Transformers*, especialmente o GPT-4, apresentam a capacidade de criar textos coesos e imagens realistas, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de aplicações no *design* de sites e geração de código. Essas arquiteturas são capazes de se adaptar a diferentes tipos de dados e sugerir resultados personalizados, facilitando o trabalho dos desenvolvedores ao gerar elementos visuais e códigos adaptados às preferências do usuário (Brown *et al.*, 2020). Além disso, essas tecnologias são eficientes em tarefas repetitivas, otimizando o tempo dos profissionais ao automatizar partes do processo de desenvolvimento, como a geração de código *boilerplate* que são seções de código que devem ser incluídas em muitos lugares com pouca ou nenhuma alteração, ou a criação de *layouts* de página (Goodfellow *et al.*, 2014). Isso permite que os desenvolvedores se concentrem em tarefas mais criativas e estratégicas, melhorando a produtividade e a qualidade dos projetos.

Porém, essas arquiteturas estão sujeitas a enfrentar limitações consideráveis que afetam sua eficiência e confiabilidade. Um dos principais desafios está em manter a coerência e controle das saídas geradas, especialmente em sequências longas de texto. O GPT-4, por exemplo, pode gerar conteúdo que, embora inicialmente coerente, perde o foco ao longo do tempo devido à sua natureza probabilística, que baseia as previsões em padrões estatísticos sem uma compreensão profunda do significado (Marcus & Davis, 2020). Isso pode levar a saídas inconsistentes ou incoerentes, o que pode ser problemático em aplicações que exigem precisão e clareza. Outra questão é a dependência de grandes conjuntos de dados para treinamento. Para que esses modelos operem com eficiência, eles precisam de volumes massivos de dados, aumentando os custos computacionais e podem introduzir vieses, dependendo da representatividade dos dados utilizados (Bender *et al.*, 2021).

A ausência de explicabilidade e transparência é uma limitação expressiva dos modelos de IA generativa, como os baseados em *Transformers* e GANs. Esses modelos são frequentemente tratados como "caixas-pretas", dificultando a interpretação das decisões tomadas no processo de geração. Isso representa um obstáculo em aplicações que exigem alta segurança e precisão, como no desenvolvimento de sistemas *web*, nos quais a compreensão das decisões tomadas pelo modelo é crucial para garantir a confiabilidade e a segurança do sistema (Lipton, 2018). Além disso, há dificuldades na integração de diferentes modalidades,

como texto, imagem e som. Apesar de as GANs serem eficazes na geração de imagens e os *Transformers* na de textos, combinar essas arquiteturas ainda representa um desafio. A falta de uma abordagem unificada para lidar com diferentes arquiteturas limita a capacidade dos modelos de IA generativa de produzir saídas coerentes e significativas em diferentes contextos (Radford *et al.*, 2021).

## 1.5 Casos de Uso e Ferramentas de IA Generativa

Nesta seção, serão apresentados exemplos de ferramentas de IA generativa e seus respectivos casos de uso, expostos na Tabela 1.

### 1.5.1 Interfaces e Design

Ferramentas de IA generativa estão sendo inseridas no processo de *design* de interfaces, auxiliando desenvolvedores e *designers* a criar *layouts* personalizados e intuitivos com maior rapidez e precisão (Li *et al.*, 2024). Plataformas como o Uizard e o Figma têm adotado abordagens inovadoras para integrar IA no *design* visual, oferecendo recursos que simplificam o fluxo de trabalho e otimizam a criação de *interfaces*.

O Uizard, por exemplo, permite que os usuários gerem *designs* a partir de esboços simples ou *prompts* de texto, transformando rapidamente ideias brutas em protótipos funcionais. Essa abordagem facilita o desenvolvimento iterativo e permite que profissionais sem experiência em *design* técnico criem *interfaces* visualmente atraentes com base em descrições textuais. Além disso, o Uizard oferece recursos como reconhecimento de esboços e automação de componentes, permitindo que *layouts* e elementos de *design* sejam ajustados de forma inteligente e eficiente conforme as necessidades do projeto (Uizard, 2024).

Por outro lado, o Figma utiliza IA para melhorar a colaboração e a acessibilidade no *design*. Sua abordagem foca na integração de ferramentas de geração e manipulação de conteúdo visual de maneira colaborativa, através das quais múltiplos usuários podem revisar, ajustar e co-criar *interfaces* em tempo real. As funcionalidades de IA da Figma também permitem a manipulação inteligente de imagens e ícones, além da geração de conteúdo responsivo, ajudando a manter a consistência visual em diferentes dispositivos e tamanhos de tela (Figma, 2024).

### 1.5.2 Geração de Código

A geração de código é uma das áreas mais impactadas pela IA generativa, com ferramentas que facilitam o desenvolvimento de *software* por meio de sugestões automatizadas e escrita de código (Chen *et al.*, 2024). Plataformas como *GitHub Copilot*, *Tabnine* e *CodeT5* são exemplos dessa inovação, permitindo que desenvolvedores aumentem sua produtividade e eficiência ao escrever código.

*GitHub Copilot* é um assistente de programação que utiliza um modelo de IA treinado em um vasto conjunto de dados de código aberto. Ele oferece sugestões em tempo real enquanto o desenvolvedor escreve, antecipando necessidades com base no contexto do código. Essa integração permite que programadores completem funções, gerem *snippets* e até escrevam testes automatizados, tudo no ambiente de desenvolvimento. A capacidade do *Copilot* de aprender com a interação dos usuários e se adaptar ao estilo de codificação de cada um torna-o uma ferramenta eficiente para agilizar o processo de desenvolvimento (GitHub, 2024).

*Tabnine* é outra solução que se destaca, utilizando IA para prever e sugerir trechos de código enquanto o desenvolvedor trabalha. Com suporte para várias linguagens e integração em diversas IDEs, o Tabnine permite uma personalização adaptada ao fluxo de trabalho de cada programador. Sua abordagem é baseada em modelos de aprendizado de máquina que aprendem com o código que os desenvolvedores escrevem, oferecendo sugestões cada vez mais precisas ao longo do tempo (Tabnine, 2024).

*CodeT5*, por sua vez, é um modelo de linguagem projetado especificamente para tarefas de programação, como geração de código e tradução de código entre diferentes linguagens. Com base na arquitetura *Transformer*, o CodeT5 é treinado em um grande conjunto de dados de código, permitindo que ele não apenas gere novas implementações, mas também entenda e reescreva códigos existentes de maneira eficaz. Essa capacidade é particularmente útil em ambientes onde a manutenção e a refatoração de código são frequentes (Serp AI, 2024).

Tabela 1 – Ferramentas de IA e suas aplicações.

Ferramenta	Aplicação
<b>Interfaces e Design</b>	
Uizard	Gerar designs a partir de esboços ou prompts de texto, reconhecimento de esboços e automação de componentes.
Figma AI	Melhoria da colaboração e acessibilidade no design, manipulação inteligente de imagens e ícones, geração de conteúdo responsivo.
<b>Geração de Código</b>	
GitHub Copilot	Sugestões de código em tempo real, autocompletar de funções, geração de snippets e testes automatizados.
Tabnine	Previsão e sugestão de código, suporte para várias linguagens, integração com IDEs.
CodeT5	Geração de código, tradução de código entre linguagens, compreensão e reescrita de código.
<b>Testes e Segurança</b>	
Diffblue	Geração automatizada de testes unitários, análise de código para garantia da qualidade.
Snyk	Identificação de vulnerabilidades no código, análise de segurança, integração com fluxo de trabalho de desenvolvimento.

Fonte: Uizard, 2024; Figma, 2024; GitHub, 2024; Tabnine, 2024; Serp AI, 2024; Diffblue, 2024; Snyk, 2024.

### 1.5.3 Testes e Segurança

O uso de IA generativa em testes e segurança no desenvolvimento de *software* tem se mostrado uma prática emergente, contribuindo para a melhoria da qualidade do *software* e para a eficiência dos ciclos de desenvolvimento (Ferrag *et al.*, 2024; Bhatia *et al.*, 2024). Ferramentas como Diffblue e Snyk estão na vanguarda dessa transformação, automatizando processos que antes eram manuais e propensos a erros.

Diffblue utiliza IA para automatizar a geração de testes unitários. Essa ferramenta analisa o código existente e gera testes que garantem que as funcionalidades esperadas estão sendo cumpridas, o que é crucial para a manutenção da qualidade do *software* ao longo do desenvolvimento. Com a capacidade de criar testes de forma autônoma, o Diffblue permite que os desenvolvedores se concentrem em outras partes do processo de codificação, reduzindo significativamente o tempo e o esforço necessários para garantir a cobertura de testes (Diffblue, 2024).

Snyk, por sua vez, oferece uma abordagem focada na segurança, permitindo que os desenvolvedores identifiquem vulnerabilidades no código durante o desenvolvimento. A ferramenta analisa o código em busca de problemas de segurança e fornece orientações sobre como corrigi-los, auxiliando as equipes a evitar falhas críticas que poderiam ser exploradas. O Snyk não apenas permite a identificação de vulnerabilidades, mas também se integra ao fluxo de trabalho de desenvolvimento, alertando os desenvolvedores em tempo real sobre riscos potenciais (Snyk, 2024).

## 2 MÉTODO

A presente pesquisa foi desenvolvida em três etapas, em concordância com a Figura 2. Na etapa 1, foi elaborado e aplicado um questionário (*survey*) (Apêndice A) com o propósito de mapear a percepção e a utilização dos modelos de IA generativa entre profissionais atuantes no campo do desenvolvimento *web*. O método *survey* é amplamente reconhecido por sua utilidade em pesquisas que buscam explorar, descrever ou explicar fenômenos sociais e comportamentais. Ele consiste na aplicação de questionários ou entrevistas padronizadas a uma amostra representativa, visando coletar dados sistemáticos sobre opiniões, atitudes ou características de um grupo populacional. Essa metodologia permite não apenas identificar padrões e tendências, mas também testar hipóteses teóricas previamente estabelecidas, contribuindo para a elaboração de análises descritivas ou confirmatórias de fenômenos investigados (Babbie, 2003). Assim, o questionário (Apêndice A) foi construído considerando as questões específicas relacionadas aos objetivos da pesquisa, sendo submetido à validação por meio de revisão com 3 especialistas, conforme exposto na Tabela 2. Esta avaliação com especialistas almejou eliminar o viés do estudo, ao fornecer uma perspectiva adicional além daquela dos autores (Ermel *et al.*, 2021).

Um teste-piloto foi conduzido com os especialistas, visando identificar potenciais problemas ou ambiguidades. Posteriormente, foram realizados ajustes com base nos resultados obtidos nessa fase inicial. Considerando a análise dos especialistas, foi ajustado o fluxo das respostas do questionário, evitando que o participante respondesse a perguntas que não se relacionavam com determinadas perguntas anteriores, por exemplo, caso informado que nunca utiliza IA generativa o

questionário não exige que informe qual ferramenta de IA o participante mais utiliza. Além da remoção de perguntas com os mesmos propósitos para não haver redundâncias de informações.

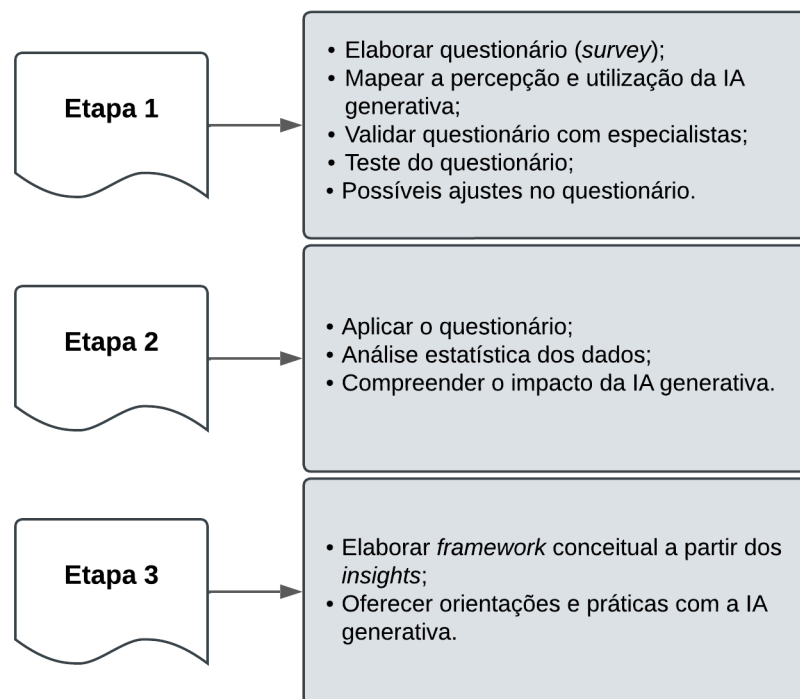
Tabela 2 – Relação dos especialistas

FUNÇÃO	INSTITUIÇÃO	TITULAÇÃO	TEMPO DE EXPERIÊNCIA
Professor Universitário e Pesquisador em Sistemas de Informação	UNIFAP	Doutor	22 anos
Professor Universitário de Sistemas de Informação	UNIFAP	Mestre	14 anos
Professor Universitário e Desenvolvedor Web	UNIFAP	Mestre	9 anos

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Na etapa 2, o questionário foi aplicado e, em seguida, realizou-se a análise de dados. Optou-se pela aplicação de análises estatísticas utilizando as ferramentas Google *Gemini Advanced* utilizando o Google *Colab* e *Python* e o modelo *Data Analyst*, da *Open AI*, com o intuito de avaliar o impacto percebido da IA generativa no ciclo de vida do desenvolvimento *web*. Em seguida, foram conduzidas análises qualitativas no *corpus* de análise, visando identificar padrões, tendências e *insights* relativos ao uso desta tecnologia nesse campo. A interpretação conjunta dos resultados estatísticos e qualitativos permitiu uma compreensão do papel desempenhado pela IA generativa nesse contexto específico.

Figura 2 – Fluxograma explicando a proposta da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Com base nos resultados obtidos do questionário e das análises conduzidas, foram elaboradas recomendações na forma de um *framework* conceitual para a integração eficaz da Inteligência Artificial generativa no processo de desenvolvimento *web* (Etapa 3). Esse *framework* conceitual foi embasado nos *insights* adquiridos durante a pesquisa, bem como nas melhores práticas identificadas. O objetivo final foi oferecer orientações úteis e práticas para profissionais do desenvolvimento *web* que desejam aproveitar o potencial da IA generativa em seus projetos.

### 3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

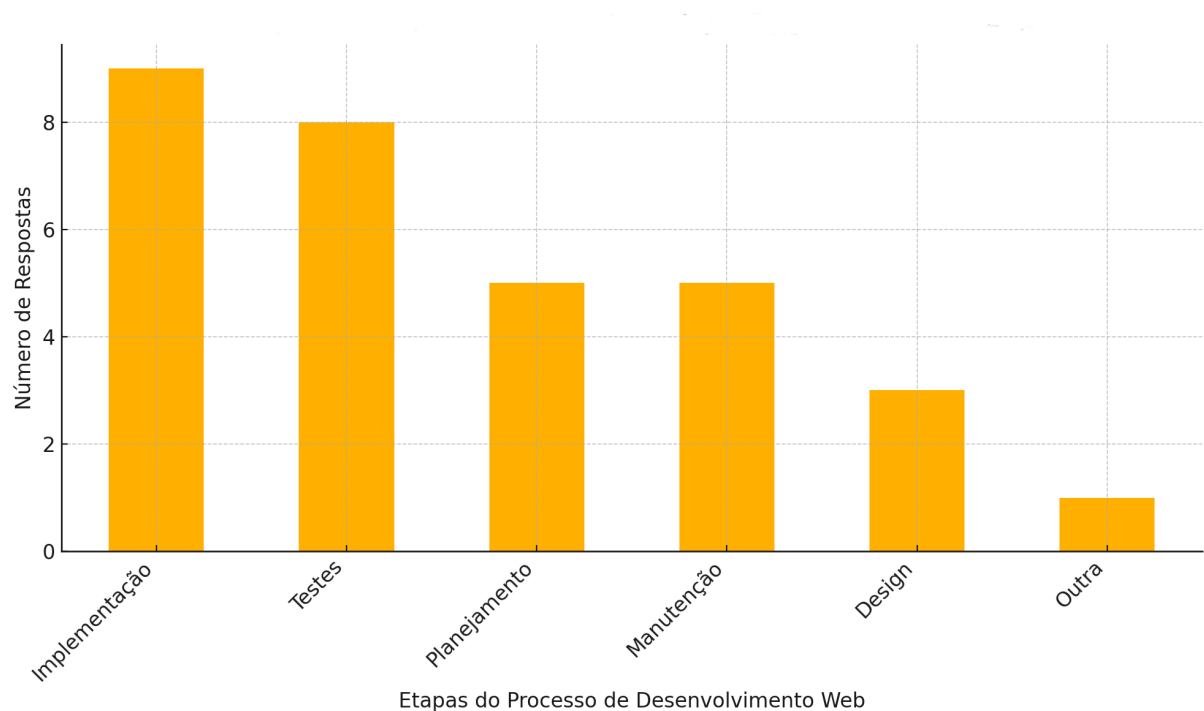
A análise de dados foi conduzida com base nas respostas de 31 profissionais de desenvolvimento *web*. A maioria dos participantes (60%) possui entre 1 e 3 anos de experiência na área, atuando principalmente como desenvolvedores *front-end* (33,33%). O uso de ferramentas de IA generativa no trabalho é predominantemente ocasional (36,67%), seguido por uso constante (30%). Inicialmente, foi realizada uma inspeção-geral do conjunto de dados para identificar variáveis principais e possíveis inconsistências, como valores ausentes ou duplicados. Posteriormente, realizou-se uma análise descritiva, para compreender a distribuição de respostas categóricas e identificar frequências, tendências e *outliers*.

Em seguida, procedeu-se à análise exploratória, visando correlacionar variáveis e identificar relações significativas entre fatores como experiência no desenvolvimento *web*, frequência de uso de IA e percepção de impacto. Para estas etapas, foram utilizados Google Gemini Advanced utilizando o Google Colab e Python e o modelo Data Analyst, da Open AI. Por último, foi realizada uma análise textual para processar respostas abertas, destacando palavras-chave, temas recorrentes e sentimentos predominantes. Os resultados serão apresentados a seguir.

Inicialmente, foi possível identificar quais etapas do desenvolvimento *web* são consideradas mais beneficiadas pelo uso de IA generativa (Gráfico 2). Algumas etapas se destacam como as mais mencionadas pelos participantes, indicando que nelas o impacto da IA é mais evidente. Isso pode refletir o potencial dessas ferramentas para otimizar fluxos de trabalho, seja através da automação de tarefas repetitivas, sugestões criativas ou aceleração no desenvolvimento.

A diversidade de respostas observada no gráfico demonstra que a utilidade da IA não está restrita a uma única etapa do processo. Pelo contrário, diferentes fases, como planejamento, *design*, testes e revisão, foram mencionadas, revelando a versatilidade das ferramentas de IA generativa. Essa ampla aplicabilidade pode ser atribuída às variadas funcionalidades que as ferramentas oferecem, permitindo que cada desenvolvedor encontre benefícios alinhados às suas necessidades específicas.

Gráfico 2 – Etapas do Desenvolvimento Web Mais Beneficiadas pela IA Generativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Além disso, as tendências indicam um possível foco em etapas críticas ou com maior repetição, como testes e depuração. Essas fases, que tradicionalmente demandam mais tempo e atenção, podem estar se beneficiando da automação e da capacidade das ferramentas de IA em identificar erros ou gerar soluções rápidas. Por outro lado, etapas como o planejamento podem refletir o uso de IA para *brainstorming*, organização de ideias e criação de estratégias.

Por fim, a análise sugere que a percepção dos participantes sobre a utilidade da IA está intimamente ligada à experiência pessoal e às ferramentas que utilizam. Isso aponta para uma oportunidade de melhorar e diversificar ainda mais as funcionalidades de IA generativa, para maximizar seu impacto em todas as fases do desenvolvimento web.

O segundo conjunto de achados inclui um resumo estatístico para categorizações, relacionando a proporção de áreas de atuação e experiência dos participantes. A análise da experiência dos participantes no desenvolvimento web, representada na esquerda do Gráfico 3, revela um panorama diversificado, com uma predominância de profissionais em estágios intermediários de carreira. Essa distribuição sugere que os respondentes possuem conhecimento suficiente para avaliar o impacto da IA generativa em seus fluxos de trabalho, enquanto ainda buscam ferramentas que otimizem processos e aumentem sua eficiência. A presença de participantes com experiência mais avançada reforça a confiabilidade das percepções apresentadas, ao agregar uma perspectiva crítica sobre o uso dessas tecnologias em projetos mais complexos.

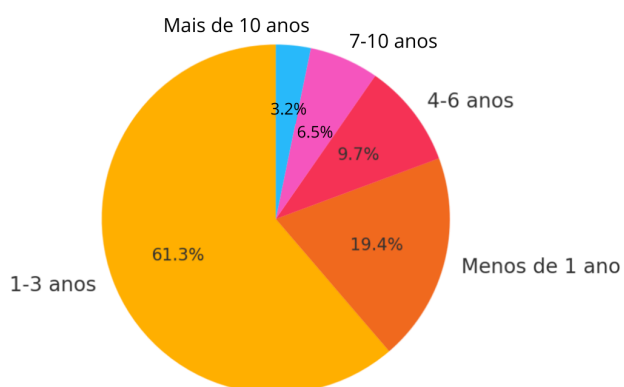
Na direita do Gráfico 3, a análise das áreas de atuação destaca a abrangência dos papéis desempenhados pelos profissionais do desenvolvimento

*web*, com uma concentração maior em *back-end* e *full-stack*. É importante observar que, em algumas áreas do desenvolvimento, como *back-end*, certas tarefas podem ser consideradas rotineiras e previsíveis, como a criação de código *boilerplate*, configuração de bancos de dados e implementação de APIs (Webb, 2020). Nesse sentido, a IA generativa pode ter um impacto significativo nessas áreas, automatizando tarefas repetitivas e liberando os desenvolvedores para se concentrarem em problemas mais complexos e criativos. Por outro lado, a presença de profissionais atuando em *front-end* e outras especializações, como *design* e animação, demonstra que a IA está expandindo sua utilidade para além do código, contribuindo também para aspectos criativos e visuais do desenvolvimento.

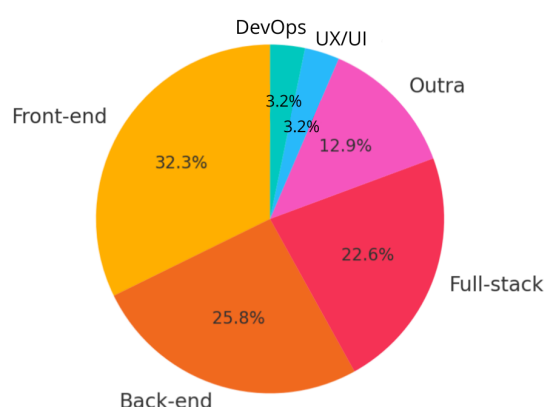
Esses resultados sugerem que a adoção da IA generativa no desenvolvimento *web* é ampla e multifacetada, atendendo tanto às demandas de tarefas específicas quanto às necessidades de integração em fluxos de trabalho mais amplos. Além disso, a diversidade de experiências e áreas de atuação dos participantes indica que a tecnologia está sendo avaliada por diferentes perspectivas, enriquecendo as conclusões sobre seu impacto e futuro no setor.

Gráfico 3 – Proporção de Experiência dos Participantes e Proporção de Áreas de Atuação

Proporção de Experiência dos Participantes



Proporção de Áreas de Atuação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

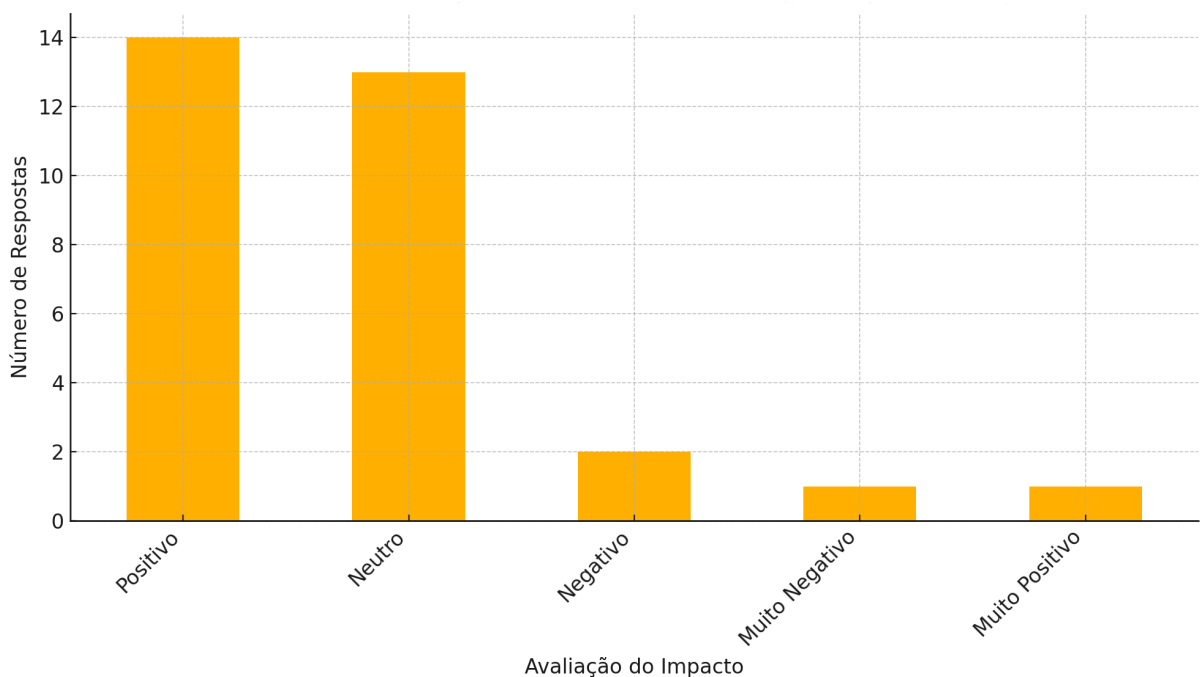
Com base nesses dados, é possível argumentar que a aplicação da IA no desenvolvimento *web* é adaptável às necessidades de profissionais com diferentes perfis e níveis de experiência. No entanto, esse cenário também evidencia desafios, como o desenvolvimento de ferramentas mais personalizáveis e acessíveis, que atendam tanto aos requisitos técnicos quanto às expectativas criativas de profissionais em diferentes fases de suas carreiras. Essa análise reafirma a importância de continuar monitorando o impacto dessa tecnologia à medida que ela evolui e se consolida como uma ferramenta essencial no setor.

O terceiro conjunto de análises verifica o impacto da IA generativa na qualidade do código ou conteúdo gerado. O Gráfico 4 revela as percepções dos participantes, destacando uma predominância de avaliações positivas. Isso sugere que, para a maioria, as ferramentas de IA estão contribuindo significativamente para melhorar aspectos como eficiência, precisão e criatividade no desenvolvimento de



código. Avaliações neutras também aparecem em número considerável, indicando que uma parcela dos respondentes percebe o impacto como situacional ou dependente de outros fatores, como o contexto de uso ou a qualidade das ferramentas empregadas. Avaliações negativas, embora menos expressivas, apontam para desafios ou limitações que ainda precisam ser superados, como erros no código gerado ou a necessidade de validação humana constante. Esses dados indicam que, embora a IA tenha um impacto amplamente positivo, ainda há espaço para melhorias que possam consolidar sua utilidade no desenvolvimento *web*.

Gráfico 4 – Impacto da IA Generativa na Qualidade do Código ou Conteúdo Gerado



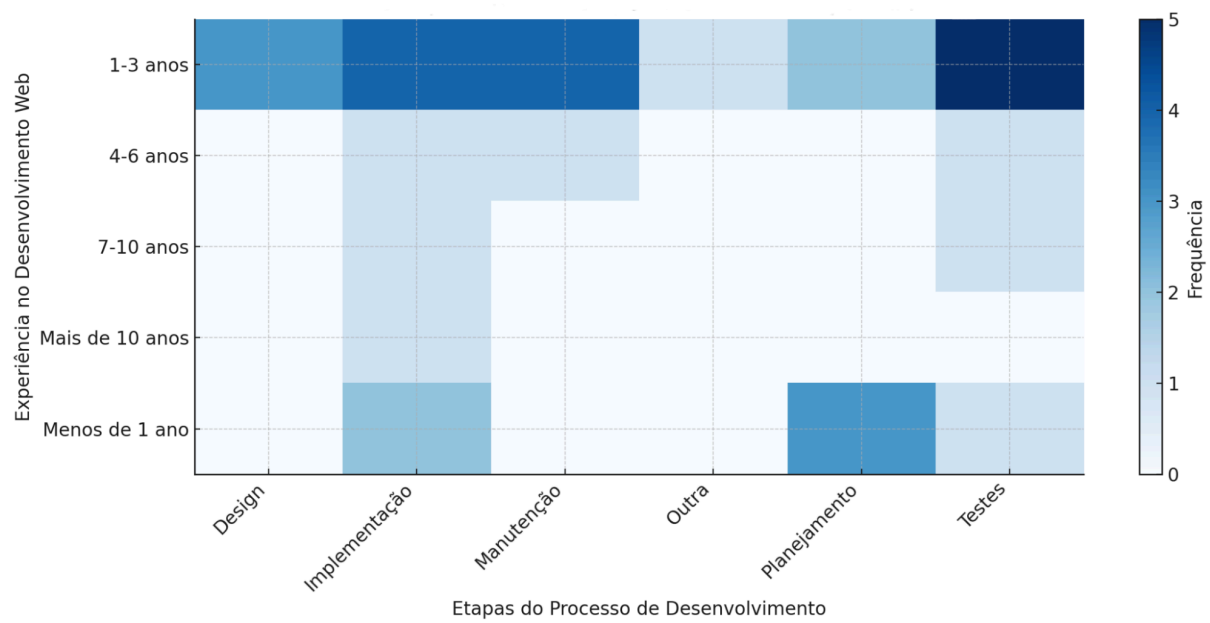
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A quarta análise realizada consiste em uma associação e correlação, evidenciando relações entre variáveis categóricas, como a experiência do desenvolvedor e sua opinião sobre a utilidade da IA. O Gráfico 5, destaca uma relação interessante entre a experiência dos desenvolvedores e sua percepção sobre as etapas do desenvolvimento *web*, mais beneficiadas pela IA generativa.

Desenvolvedores com menor experiência tendem a valorizar etapas mais práticas, como testes e depuração, nos quais a IA pode auxiliar diretamente na identificação de erros ou no aprendizado técnico (Nguyen-Duc *et al.*, 2023). Por outro lado, profissionais mais experientes associam frequentemente a utilidade da IA a fases estratégicas, como planejamento e documentação, evidenciando uma visão mais abrangente sobre o potencial dessas ferramentas para otimizar fluxos de trabalho complexos. Essa disparidade sugere que a percepção da utilidade da IA é influenciada pelo nível de maturidade profissional, com os menos experientes priorizando ganhos imediatos e tangíveis, enquanto os mais experientes reconhecem sua contribuição para a melhoria estrutural de processos. Esses dados

reforçam a necessidade de desenvolver soluções de IA que atendam tanto às demandas práticas quanto às estratégicas, abrangendo profissionais em diferentes estágios de carreira.

Gráfico 5 – Relação Entre Experiência e Etapas Beneficiadas pela IA Generativa



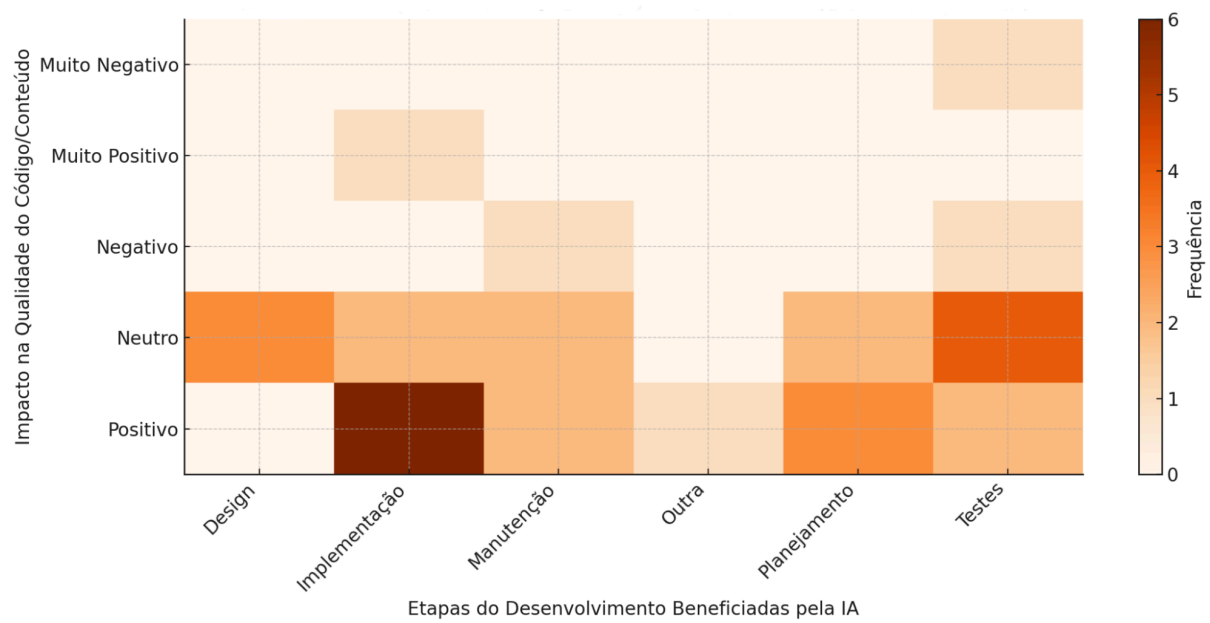
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Para compreender de forma mais profunda o impacto da IA generativa no desenvolvimento web, é essencial explorar como as percepções sobre sua eficácia estão relacionadas às etapas específicas do processo de desenvolvimento. Isso porque diferentes fases, como planejamento, design, testes e documentação, apresentam demandas variadas, o que pode influenciar como os profissionais avaliam a utilidade e a qualidade do suporte oferecido pela IA. Ao mesmo tempo, a percepção da qualidade do código ou conteúdo gerado é um fator central para entender as expectativas e limitações que os desenvolvedores associam a essas ferramentas. Por meio de uma análise cruzada dessas variáveis, é possível identificar padrões e obter *insights* sobre as áreas em que a IA apresenta maior impacto positivo, bem como aquelas em que ainda enfrenta desafios.

O Gráfico 6, portanto, revela uma relação clara entre as percepções sobre o impacto da IA generativa na qualidade do código e as etapas do desenvolvimento web nas quais ela é considerada mais útil. Observa-se uma concentração maior de avaliações positivas associadas a etapas como testes e planejamento, indicando que os participantes percebem a IA como especialmente eficaz na automação de tarefas críticas e na organização inicial dos projetos. Por outro lado, avaliações neutras aparecem mais distribuídas, sugerindo que, em algumas etapas, como design e documentação, o impacto da IA pode ser percebido como dependente de outros fatores, como o contexto do projeto ou as ferramentas utilizadas. É interessante notar que as avaliações negativas, embora menos frequentes, tendem a se associar a etapas que requerem maior criatividade ou decisões contextuais,

apontando possíveis limitações da IA nessas áreas. Esses dados destacam que, enquanto a IA é amplamente reconhecida como uma ferramenta valiosa em etapas mais técnicas e estruturadas, há oportunidades para aprimorar sua aplicação em fases mais subjetivas e colaborativas do desenvolvimento *web*.

Gráfico 6 – Impacto na Qualidade do Código vs Etapas Beneficiadas pela IA

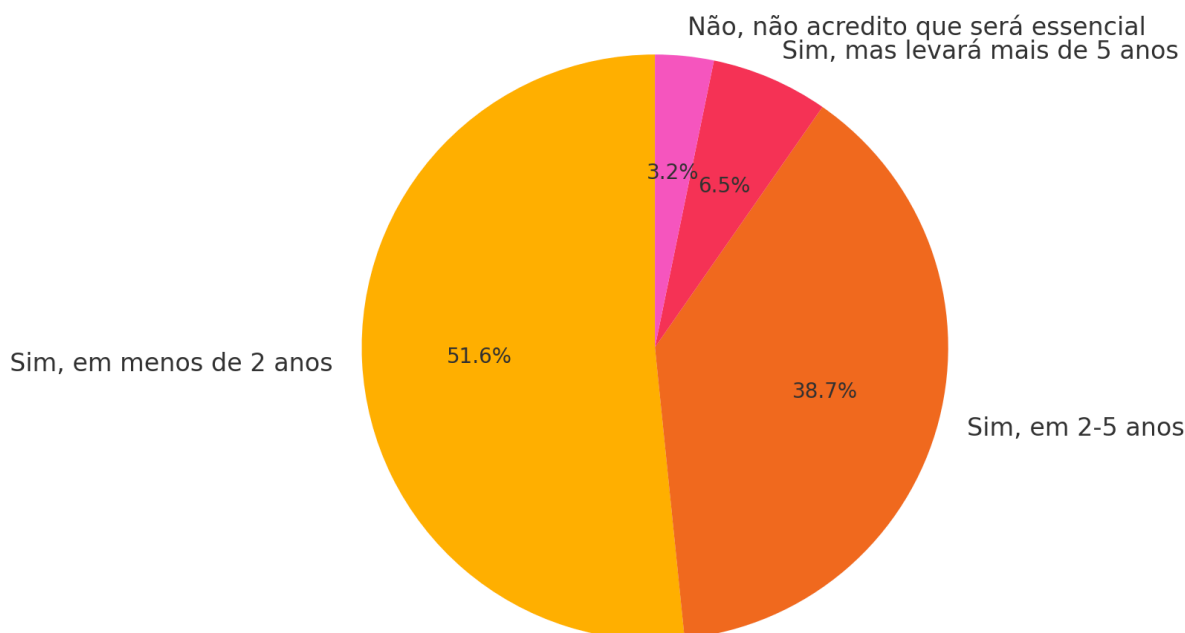


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

As projeções sobre o futuro da IA generativa no desenvolvimento *web* oferecem percepções sobre as expectativas dos profissionais em relação à evolução e integração dessas tecnologias no setor. Dado o impacto crescente da IA em tarefas como geração de código, testes e planejamento, é relevante entender como os desenvolvedores percebem o papel futuro dessa ferramenta. Essa análise visa explorar a visão coletiva sobre o tempo necessário para que a IA se torne uma parte essencial do fluxo de trabalho no desenvolvimento *web*, destacando tanto a confiança na inovação tecnológica quanto os desafios que ainda podem influenciar esse processo.

Para esta finalidade, o Gráfico 7 evidencia que a maioria dos participantes acredita que a IA generativa se tornará uma parte essencial do desenvolvimento *web* em um futuro próximo, com um número expressivo prevendo essa consolidação nos próximos dois a cinco anos. Essa percepção reflete o ritmo acelerado de adoção e desenvolvimento dessas ferramentas, que já demonstram impacto significativo em várias etapas do processo de desenvolvimento.

Gráfico 7 – Projeções sobre a Essencialidade da IA no Desenvolvimento Web



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

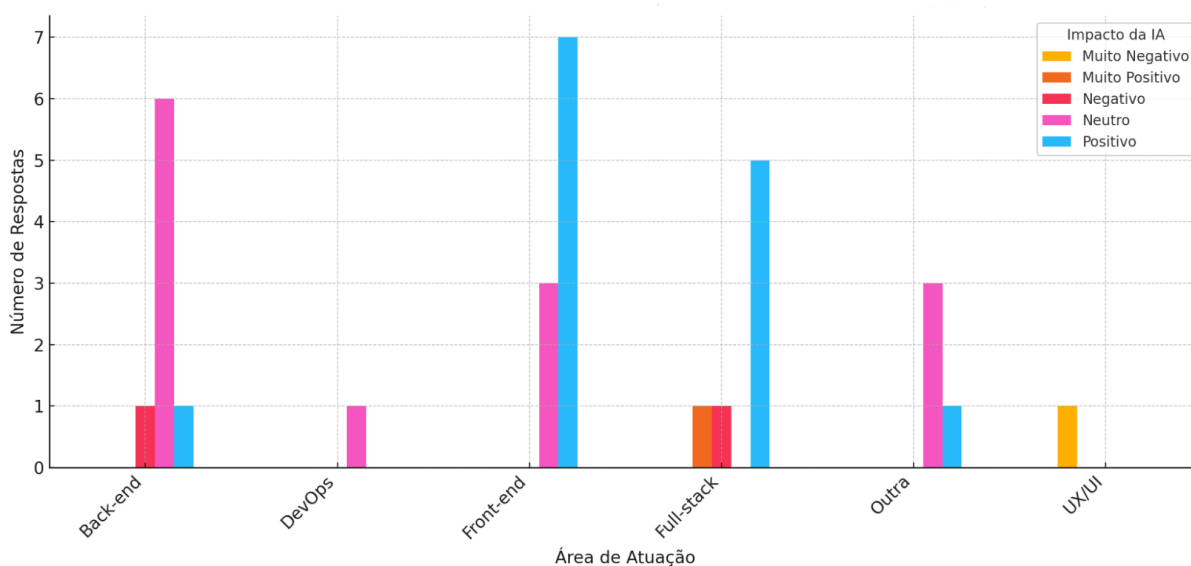
Ainda, uma parcela considerável acredita que essa integração ocorrerá ainda mais rapidamente, em menos de dois anos, sugerindo uma confiança elevada no potencial transformador da IA. No entanto, a presença de respostas mais cautelosas indica que, para alguns, a consolidação dependerá de avanços adicionais na tecnologia e na adaptação das práticas de trabalho. Esses dados apontam para um consenso emergente de que a IA está se posicionando como uma ferramenta indispensável no setor, mas com variações na percepção do tempo necessário para sua plena incorporação.

As diferentes áreas de atuação no desenvolvimento *web* possuem demandas e expectativas específicas em relação ao uso de ferramentas de IA generativa. Por essa razão, é relevante analisar como profissionais de *back-end*, *front-end* e *full-stack* — áreas mais frequentes nas respostas — percebem o impacto dessa tecnologia na qualidade do código ou conteúdo gerado. Essa comparação permite identificar tanto as áreas que mais se beneficiam das capacidades atuais da IA quanto aquelas nas quais ainda existem desafios ou limitações. Essa análise tem em vista trazer uma visão segmentada sobre o impacto da IA, contribuindo para a compreensão de como ela pode ser ajustada para maximizar sua utilidade em cada especialização.

Assim, o Gráfico 8 evidencia diferenças nas percepções sobre o impacto da IA generativa na qualidade do código ou conteúdo gerado entre profissionais de diferentes áreas de atuação no desenvolvimento *web*. Os profissionais de *back-end* e *full-stack*, que geralmente lidam com tarefas mais técnicas e de lógica de negócios, apresentam uma maior concentração de avaliações positivas, indicando

que essas áreas podem se beneficiar diretamente das capacidades de automação e geração de código da IA. Já os profissionais de *front-end* e outras áreas, como *design*, mostram maior dispersão entre percepções neutras e positivas, sugerindo que o impacto da IA pode variar mais nessas funções, possivelmente devido à natureza criativa e visual de suas tarefas, nas quais a IA ainda enfrenta limitações em atender plenamente às demandas específicas. Essas variações apontam para a necessidade de ferramentas de IA mais especializadas que atendam a diferentes fluxos de trabalho, garantindo um impacto consistente em todas as áreas do desenvolvimento *web*.

Gráfico 8 – Comparação entre Áreas de Atuação e Impacto Percebido da IA



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em seguida, procedeu-se à análise textual das questões subjetivas. Após a análise, as respostas foram categorizadas, com base em seu conteúdo (Quadro 1). A análise das respostas categorizadas revela diferentes percepções dos participantes sobre o futuro do desenvolvimento *web* com a IA generativa. A IA como ferramenta auxiliar para aumentar a produtividade e a eficiência dos desenvolvedores *web* foi a categoria mais frequente (36.84%), destacando o valor da IA em simplificar e acelerar processos repetitivos. Outra categoria que se destacou foi a da IA generativa como substituta de tarefas repetitivas (21.05%), refletindo a crença de que a IA permitirá que os desenvolvedores se concentrem em tarefas mais complexas e criativas. As demais categorias, com menor número de respostas, abordam temas como o papel da IA generativa no aprendizado e aprimoramento das habilidades dos desenvolvedores, na melhoria da qualidade e acessibilidade do código, na promoção da colaboração e comunicação, na garantia da segurança e privacidade dos dados, na geração de ideias e soluções inovadoras, e nos desafios e oportunidades que a IA generativa apresenta para os desenvolvedores.

Quadro 1 – Percepções dos participantes sobre o futuro do desenvolvimento *web* com a IA generativa

<b>Categoria da Resposta</b>	<b>Quantidade de Respostas</b>	<b>Percentual de Respostas (%)</b>	<b>Exemplo de Resposta Tratada e Padronizada</b>
A IA generativa como ferramenta auxiliar para aumentar a produtividade e a eficiência	11	36.84	A IA generativa será utilizada como ferramenta auxiliar para aumentar a produtividade e a eficiência dos desenvolvedores web, automatizando tarefas repetitivas e agilizando o desenvolvimento.
A IA generativa como substituta de tarefas repetitivas, permitindo que os desenvolvedores se concentrem em tarefas mais complexas e criativas	6	21.05	A IA generativa será utilizada para automatizar tarefas repetitivas, permitindo que os desenvolvedores se concentrem em tarefas mais complexas e criativas, que exigem habilidades humanas como resolução de problemas e pensamento crítico.
A IA generativa como ferramenta de aprendizado e aprimoramento das habilidades dos desenvolvedores	3	10.53	A IA generativa será utilizada como ferramenta de aprendizado e aprimoramento das habilidades dos desenvolvedores, auxiliando na resolução de dúvidas, na exploração de novas tecnologias e no desenvolvimento de soluções inovadoras.
A IA generativa como ferramenta para melhorar a qualidade e a acessibilidade do código	1	5.26	A IA generativa será utilizada para melhorar a qualidade e a acessibilidade do código, gerando código limpo, eficiente e acessível a todos os usuários.
A IA generativa como ferramenta para promover a colaboração e a comunicação entre desenvolvedores	1	5.26	A IA generativa será utilizada para promover a colaboração e a comunicação entre desenvolvedores, facilitando o compartilhamento de conhecimento, a revisão de código e o trabalho em equipe.
A IA generativa como ferramenta para garantir a segurança e a privacidade dos dados	1	5.26	A IA generativa será utilizada para garantir a segurança e a privacidade dos dados, prevenindo vulnerabilidades e protegendo informações

			confidenciais.
A IA generativa como ferramenta para gerar ideias e soluções inovadoras	1	5.26	A IA generativa será utilizada para gerar ideias e soluções inovadoras, explorando novas possibilidades e expandindo os limites da criatividade.
A IA generativa como um desafio para os desenvolvedores, que precisarão se adaptar e adquirir novas habilidades	1	5.26	Os desenvolvedores precisarão se preparar para o impacto da IA generativa, adaptando-se às mudanças e adquirindo novas habilidades para se manterem relevantes no mercado de trabalho.
A IA generativa como uma oportunidade para os desenvolvedores, que poderão se concentrar em tarefas mais estratégicas e criativas	1	5.26	Os desenvolvedores poderão aproveitar as oportunidades oferecidas pela IA generativa para se concentrar em tarefas mais estratégicas e criativas, que agregam valor aos projetos e impulsionam a inovação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Ao dar continuidade à análise das questões subjetivas, agora serão compreendidas as necessidades dos desenvolvedores em relação às ferramentas de IA generativa. As respostas foram categorizadas e apresentadas no Quadro 2. Observa-se que a categoria “Aprimorar a capacidade de interpretar e manter o contexto do código” foi a mais frequente (26.67%), isso indica que os desenvolvedores desejam ferramentas que compreendam melhor o código e mantenham o contexto durante as interações. As demais categorias, com menor número de respostas, apontam para a necessidade de ferramentas mais personalizadas, com maior capacidade de aprendizado e integração com outras plataformas. Também destacam-se a importância do acesso e interpretação do código-fonte completo, da automatização de tarefas, da melhoria da qualidade do código gerado e do uso crítico e consciente da IA generativa.

Quadro 2 – Funcionalidades desejadas nas ferramentas de IA para facilitar o desenvolvimento web

<b>Categoria da Resposta</b>	<b>Quantidade de Respostas</b>	<b>Percentual de Respostas (%)</b>	<b>Exemplo de Resposta Tratada e Padronizada</b>
Aprimorar a capacidade de interpretar e manter o contexto do código	8	26.67	A IA generativa deve ser capaz de interpretar excesso de código e manter o contexto por mais tempo, evitando perder o raciocínio em interações longas.
Melhorar a personalização e	5	16.67	A IA generativa deve ser

a capacidade de aprendizado da IA			capaz de aprender com as preferências do usuário e o contexto do projeto, oferecendo soluções mais personalizadas e eficientes.
Integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas	3	10.00	A IA generativa deve ser integrada com outras ferramentas e plataformas de desenvolvimento, como IDEs, frameworks populares e ferramentas de design.
Desenvolver ferramentas de IA generativa que acessem e interpretem o código-fonte completo	3	10.00	As ferramentas de IA generativa devem ser capazes de acessar e interpretar o código-fonte completo de um projeto, e não apenas partes isoladas, para oferecer soluções mais coesas e relevantes.
Utilizar a IA generativa para automatizar tarefas repetitivas e auxiliar na tomada de decisões	3	10.00	A IA generativa deve ser utilizada para automatizar tarefas repetitivas, como geração de código boilerplate e testes, e para auxiliar na tomada de decisões estratégicas, como escolha de frameworks e bibliotecas.
Melhorar a qualidade e a precisão do código gerado pela IA	2	6.67	A IA generativa deve gerar código de alta qualidade, livre de erros e bugs, e atenda às necessidades específicas do projeto.
A IA generativa deve ser utilizada de forma crítica e consciente, com revisão humana	1	3.33	Os desenvolvedores devem usar a IA generativa de forma crítica e consciente, revisando e ajustando o código gerado para garantir a qualidade e a personalização.
A IA generativa deve ser utilizada como auxiliar no processo de desenvolvimento, e não como substituta	1	3.33	A IA generativa deve ser utilizada como uma ferramenta auxiliar no processo de desenvolvimento, e não como substituta para o trabalho humano e a criatividade.
A IA generativa deve ser acessível e inclusiva para todos os desenvolvedores	1	3.33	As ferramentas de IA generativa devem ser acessíveis e inclusivas para todos os desenvolvedores, independentemente de sua



			experiência, área de atuação ou background.
Criar um processo para utilizar a IA generativa de forma mais eficiente, como em desenvolvimento em pares	1	3.33	É necessário desenvolver um processo para utilizar a IA generativa de forma mais eficiente, como em desenvolvimento em pares, para que os desenvolvedores possam aproveitar ao máximo seus benefícios.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A análise da questão subjetiva, a respeito das limitações encontradas pelos participantes, permitiu identificar os principais desafios e dificuldades enfrentados pelos desenvolvedores ao utilizar IA generativa. As respostas foram categorizadas e são apresentadas no Quadro 3. A categoria mais frequente (18.18%) foi "Respostas genéricas ou falta de informações relevantes", indicando que a IA generativa ainda precisa ser aprimorada para fornecer respostas mais específicas e úteis para os desenvolvedores. Outras categorias que se destacaram foram "Dificuldade em manter o contexto em interações longas" (9.09%) e "Geração de código com erros ou falta de explicações" (9.09%), evidenciando a necessidade de melhorias na capacidade da IA generativa de manter o contexto e gerar código preciso. As demais categorias, com menor número de respostas, abordam preocupações com a segurança e privacidade dos dados, a dificuldade em gerar código que atenda às necessidades específicas do projeto, a dependência excessiva da IA generativa, a falta de conhecimento sobre as funcionalidades da ferramenta, a dificuldade em integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas, a falta de confiança na qualidade do código gerado e a preocupação com o impacto da IA generativa no mercado de trabalho para desenvolvedores.

Quadro 3 – Limitações encontradas ao utilizar IA generativa no desenvolvimento *web*

<b>Categoria da Resposta</b>	<b>Quantidade de Respostas</b>	<b>Percentual de Respostas (%)</b>	<b>Exemplo de Resposta Tratada e Padronizada</b>
Respostas genéricas ou falta de informações relevantes	4	18.18	As respostas fornecidas pela IA generativa são muito genéricas, sendo necessário fornecer mais informações e formular perguntas de maneiras diferentes para obter resultados mais específicos e úteis.
Dificuldade em manter o contexto em interações longas	2	9.09	A IA generativa tem dificuldade em manter o contexto em interações longas, o que pode levar a perda de raciocínio e geração de respostas inconsistentes com o

			histórico da conversa.
Geração de código com erros ou falta de explicações	2	9.09	A IA generativa pode gerar código com erros ou falta de explicações, o que exige que o desenvolvedor revise e corrija o código antes de utilizá-lo.
Preocupação com a segurança e privacidade dos dados	1	4.55	Há preocupações em relação à segurança e privacidade dos dados utilizados pela IA generativa, especialmente em relação ao compartilhamento de informações confidenciais com a ferramenta.
Dificuldade em gerar código que atenda às necessidades específicas do projeto	1	4.55	A IA generativa pode ter dificuldade em gerar código que atenda às necessidades específicas do projeto, especialmente em casos mais complexos ou que exigem personalização.
Dependência excessiva da IA generativa, levando à perda de habilidades dos desenvolvedores	1	4.55	A dependência excessiva da IA generativa pode levar à perda de habilidades dos desenvolvedores, que podem deixar de praticar e aprimorar suas capacidades de programação.
Falta de conhecimento sobre as funcionalidades da IA generativa	1	4.55	Alguns desenvolvedores não conhecem todas as funcionalidades da IA generativa, o que pode limitar o uso da ferramenta e impedir que aproveitem ao máximo seus benefícios.
Dificuldade em integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas	1	4.55	A integração da IA generativa com outras ferramentas e plataformas de desenvolvimento pode ser complexa, o que pode dificultar a adoção da ferramenta em fluxos de trabalho existentes.
Falta de confiança na qualidade do código gerado pela IA generativa	1	4.55	Alguns desenvolvedores não confiam na qualidade do código gerado pela IA generativa, o que pode levá-los a revisar e ajustar o código manualmente, reduzindo a eficiência da ferramenta.

Preocupação com o impacto da IA generativa no mercado de trabalho para desenvolvedores	1	4.55	Há preocupações em relação ao impacto da IA generativa no mercado de trabalho para desenvolvedores, especialmente em relação à possibilidade de perda de empregos.
Dificuldade em acessar e utilizar as ferramentas de IA generativa	1	4.55	O acesso e a utilização das ferramentas de IA generativa podem ser complexos para alguns desenvolvedores, especialmente para aqueles que não possuem familiaridade com a tecnologia.
Falta de suporte e documentação para as ferramentas de IA generativa	1	4.55	A falta de suporte e documentação para as ferramentas de IA generativa pode dificultar a resolução de problemas e o aprendizado sobre as funcionalidades da ferramenta.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Foram feitas as análises acerca das recomendações dos participantes para integrar a IA generativa no processo de desenvolvimento *web*. As respostas que foram categorizadas e apresentadas no Quadro 4 revelam *insights* sobre como os desenvolvedores *web* podem utilizar a IA generativa de forma mais eficiente em seus projetos. A categoria mais frequente (23.53%) foi "Utilizar a IA generativa para tarefas específicas e bem definidas", indicando que os desenvolvedores reconhecem a importância de direcionar o uso da IA generativa para tarefas onde ela pode oferecer maior valor, como geração de código *boilerplate*, testes unitários e documentação. Outras categorias que se destacaram foram "Integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas" (17.65%) e "Usar a IA generativa como auxiliar no processo de desenvolvimento, e não como substituta" (11.76%), evidenciando a necessidade de integrar a IA generativa ao fluxo de trabalho existente e utilizá-la como ferramenta auxiliar, e não como substituta para o trabalho humano. As demais categorias, com menor número de respostas, abordam temas como a importância de se manter atualizado sobre as novas tecnologias e ferramentas de IA generativa, o desenvolvimento de ferramentas que acessem e interpretem o código-fonte completo, o uso crítico e consciente da IA generativa, o desenvolvimento de habilidades essenciais, a geração de ideias e soluções inovadoras, a criação de mecanismos de *feedback* e o incentivo à colaboração entre desenvolvedores e especialistas em IA generativa.

Quadro 4 – Recomendações para integração da IA generativa no processo de desenvolvimento *web*

Categoria da Resposta	Quantidade de Respostas	Percentual de Respostas (%)	Exemplo de Resposta Tratada e Padronizada
-----------------------	-------------------------	-----------------------------	---

Utilizar a IA generativa para tarefas específicas e bem definidas	4	23.53	Utilizar a IA generativa para tarefas específicas e bem definidas, como geração de código boilerplate, testes unitários e documentação..
Integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas	3	17.65	Integrar a IA generativa com outras ferramentas e plataformas de desenvolvimento, como IDEs, frameworks e APIs.
Usar a IA generativa como auxiliar no processo de desenvolvimento, e não como substituta	2	11.76	Usar a IA generativa como auxiliar no processo de desenvolvimento, e não como substituta para o trabalho humano e a criatividade.
Manter-se atualizado sobre as novas tecnologias e ferramentas de IA generativa	2	11.76	Manter-se atualizado sobre as novas tecnologias e ferramentas de IA generativa, para aproveitar ao máximo os avanços e as funcionalidades mais recentes.
Desenvolver ferramentas de IA generativa que acessem e interpretem o código-fonte completo	1	5.88	Desenvolver ferramentas de IA generativa que acessem e interpretem o código-fonte completo de um projeto, e não apenas partes isoladas, para oferecer soluções mais coesas e relevantes.
Utilizar a IA generativa de forma crítica e consciente, com revisão humana	1	5.88	Utilizar a IA generativa de forma crítica e consciente, revisando e ajustando o código gerado para garantir a qualidade e a personalização.
Focar no desenvolvimento de habilidades essenciais, como lógica de programação e resolução de problemas	1	5.88	Focar no desenvolvimento de habilidades essenciais, como lógica de programação e resolução de problemas, para complementar o uso da IA generativa.
Utilizar a IA generativa para gerar ideias e soluções inovadoras	1	5.88	Utilizar a IA generativa para gerar ideias e soluções inovadoras, explorando novas possibilidades e expandindo os limites da criatividade.
Criar mecanismos de feedback para aprimorar as ferramentas de IA	1	5.88	Criar mecanismos de feedback para aprimorar as ferramentas de IA generativa,

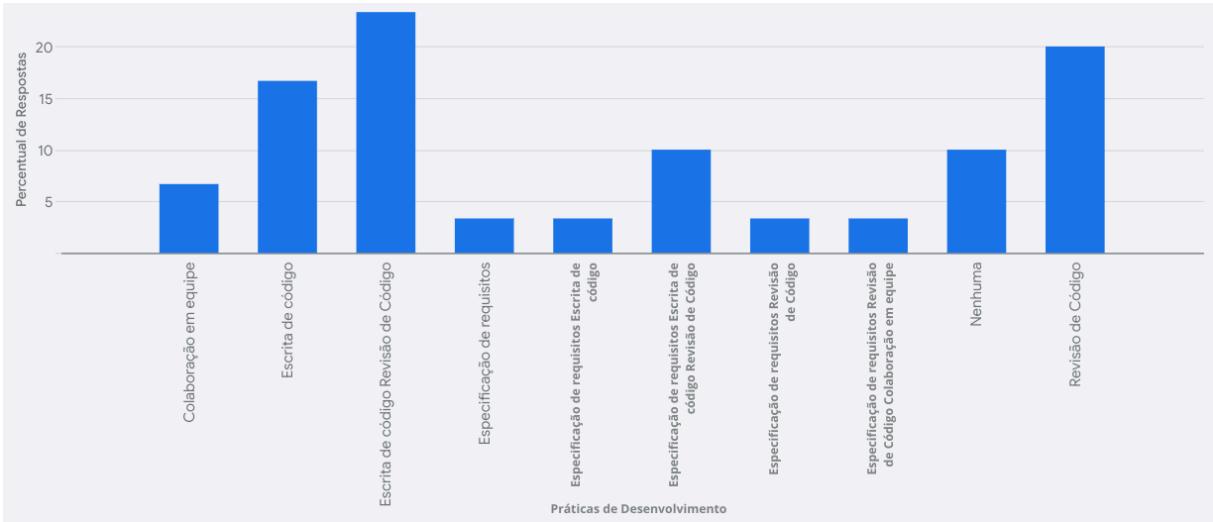
generativa			permitindo que os desenvolvedores contribuam para o desenvolvimento e a melhoria da tecnologia.
Incentivar a colaboração entre desenvolvedores e especialistas em IA generativa	1	5.88	Incentivar a colaboração entre desenvolvedores e especialistas em IA generativa, para promover a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de soluções mais eficazes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Por fim, a ausência de opinião ou respostas negativas em algumas contribuições sugere que uma parcela dos profissionais ainda não percebe ou compreende o valor da IA em seu contexto. De modo geral, essas percepções mostram que, embora muitos reconheçam o potencial da IA, ainda existem desafios relacionados à supervisão, integração prática e expansão de funcionalidades que precisam ser superados para conquistar maior aceitação e relevância no setor.

A adoção da IA generativa no desenvolvimento *web* tem impulsionado mudanças nas práticas de desenvolvimento, como observado nas respostas à questão sobre quais práticas foram alteradas. O gráfico 9 revela que as práticas mais modificadas foram a escrita de código (40%) e a revisão de código (43,33%), evidenciando o impacto da IA generativa nessas etapas.

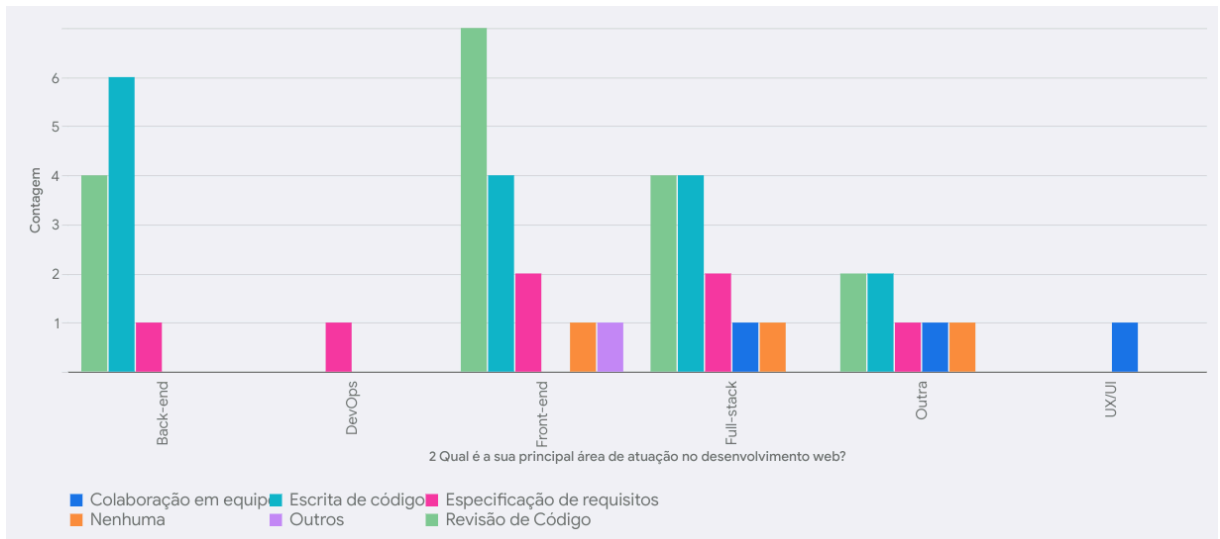
Gráfico 9 – Práticas de Desenvolvimento Alteradas Após a Adoção da IA Generativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Para aprofundar a análise, o gráfico 10, investiga a relação entre as práticas modificadas e a área de atuação dos desenvolvedores. Observa-se que a escrita e a revisão de código são as práticas mais modificadas em todas as áreas, com destaque para a área de *front-end*, que apresenta a maior porcentagem de alteração, na prática de escrita de código.

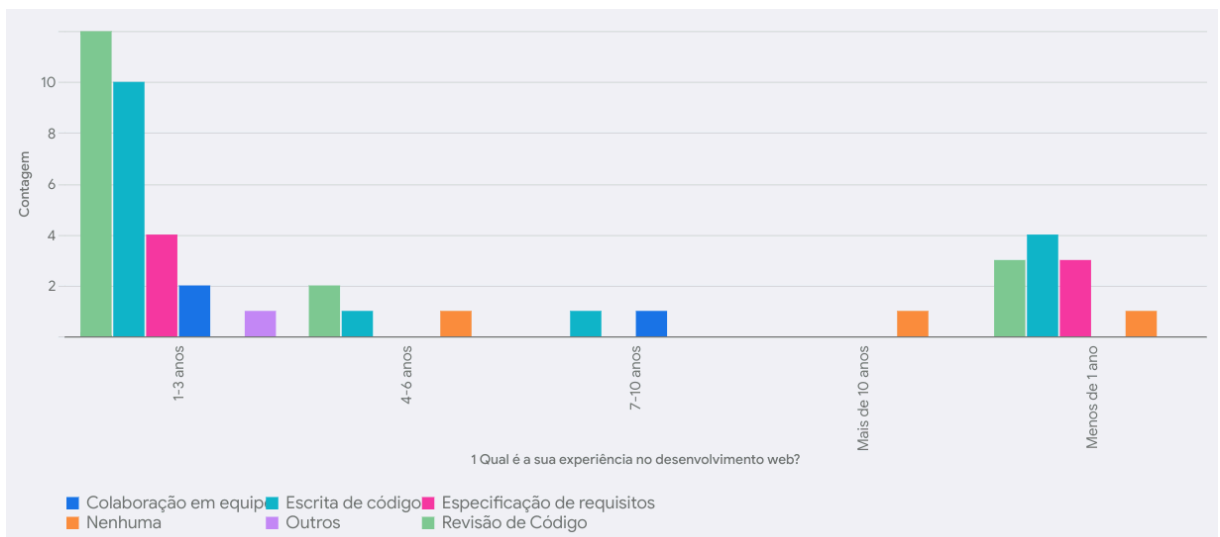
Gráfico 10 – Práticas de Desenvolvimento Alteradas por Área de Atuação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Por fim, o gráfico 11 explora a relação entre as práticas modificadas e a experiência dos desenvolvedores. Nota-se que a escrita e a revisão de código são as práticas mais modificadas em quase todos os níveis de experiência, com destaque para os desenvolvedores com menos de 1 ano de experiência, que apresentam a maior porcentagem de alteração, na prática de escrita de código.

Gráfico 11 – Práticas de Desenvolvimento Alteradas por Experiência em Desenvolvimento Web

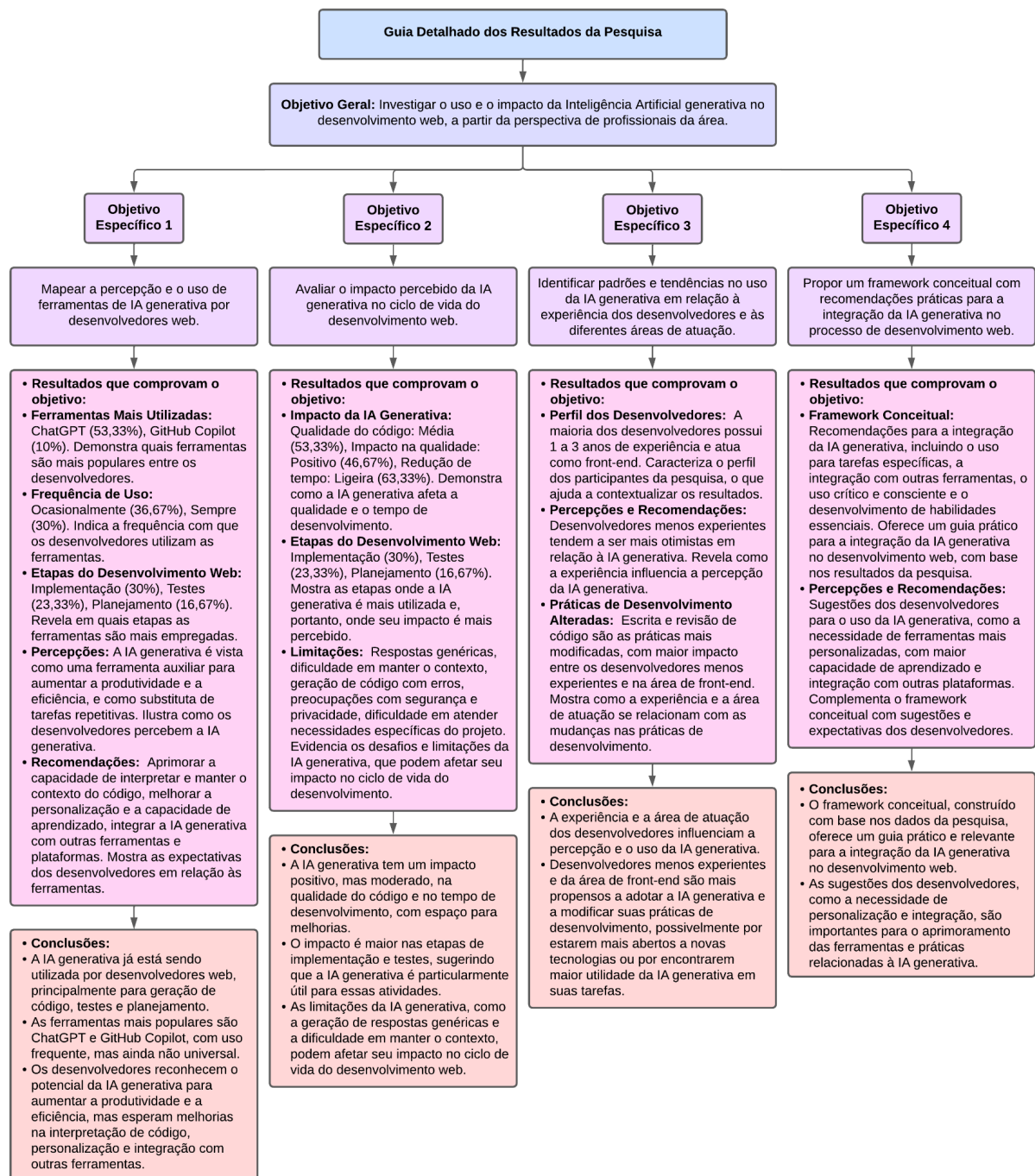


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em conclusão, a análise dos gráficos revela que a IA generativa tem impulsionado mudanças significativas nas práticas de desenvolvimento web, especialmente na escrita e revisão de código, independentemente da área de atuação ou experiência dos desenvolvedores, com exceção dos desenvolvedores mais experientes. No entanto, a área de atuação e a experiência podem influenciar a

intensidade e a maneira, como essas mudanças ocorrem, sugerindo a necessidade de pesquisas adicionais para aprofundar a compreensão do impacto da IA generativa nas práticas de desenvolvimento *web*. O Quadro 5 apresenta os resultados da pesquisa, organizados para relacioná-los aos objetivos propostos.

Quadro 5 – Guia relacionando os resultados da pesquisa com os objetivos propostos.



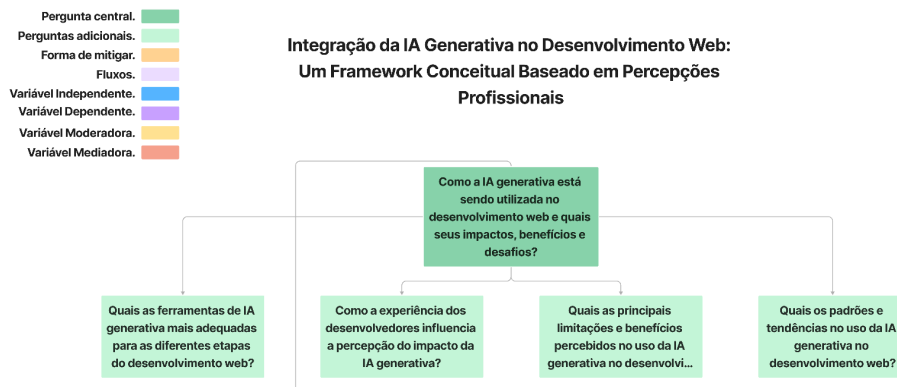
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Como foi proposto pela pesquisa, no Quadro 6, é ilustrado o *framework* conceitual, que visa auxiliar desenvolvedores na adoção eficiente dessa tecnologia, explorando as relações entre diferentes variáveis que influenciam o processo. Primeiramente, ele busca elucidar a compreensão da IA generativa no desenvolvimento *web*, abordando seus conceitos-chave, aplicações (como geração de código e testes), benefícios (aumento da produtividade e qualidade do código) e desafios (necessidade de revisão humana e integração com ferramentas existentes).

Em seguida, o *framework* guia os desenvolvedores na seleção de ferramentas de IA generativa, como *ChatGPT* e *GitHub Copilot*, considerando critérios como funcionalidades, linguagens suportadas e facilidade de uso. Também relaciona as ferramentas às etapas do desenvolvimento *web* e oferece recomendações personalizadas para diferentes perfis de desenvolvedores, com base em sua experiência e necessidade.

O *framework* detalha como integrar a IA generativa em cada fase do desenvolvimento *web*, desde o planejamento até a manutenção, com exemplos de ferramentas para cada etapa. Para garantir o uso responsável e eficiente da IA generativa, o *framework* apresenta boas práticas, como revisar o código gerado e manter a perspectiva de que a IA é apenas uma ferramenta, não substituta do desenvolvedor, além de estratégias para superar as barreiras de adoção, manter o controle sobre o processo de desenvolvimento e a experimentação em projetos piloto.

Quadro 6 – *Framework* Conceitual

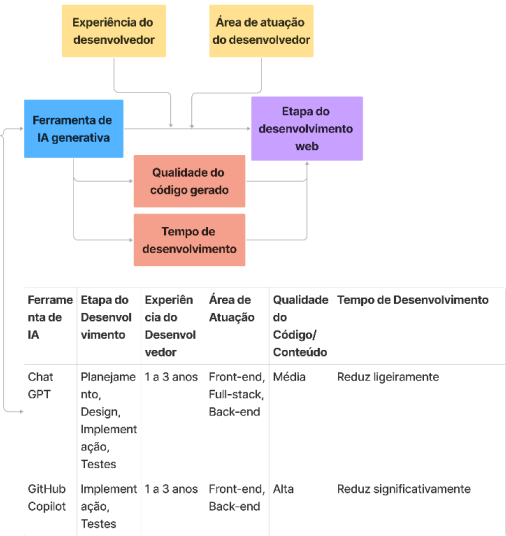






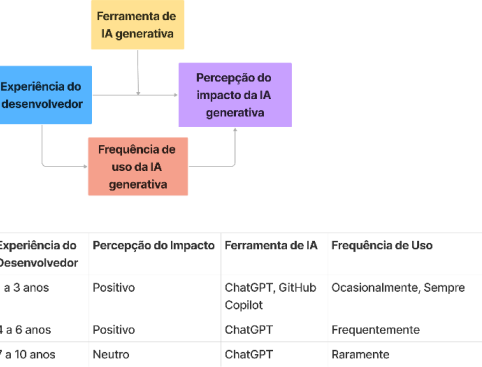
Influência da Ferramenta de IA na Escolha da Etapa do Desenvolvimento Web

Este fluxo tem como objetivo analisar como a escolha da ferramenta de IA generativa influencia a etapa do desenvolvimento web em que ela é utilizada, considerando a experiência do desenvolvedor e sua área de atuação. Além disso, investiga o papel da qualidade do código gerado e do tempo de desenvolvimento nesse processo.



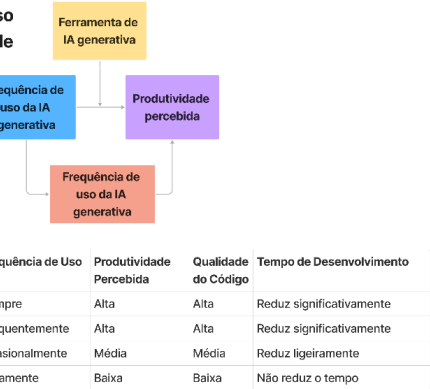
Impacto da Experiência do Desenvolvedor na Percepção da IA Generativa

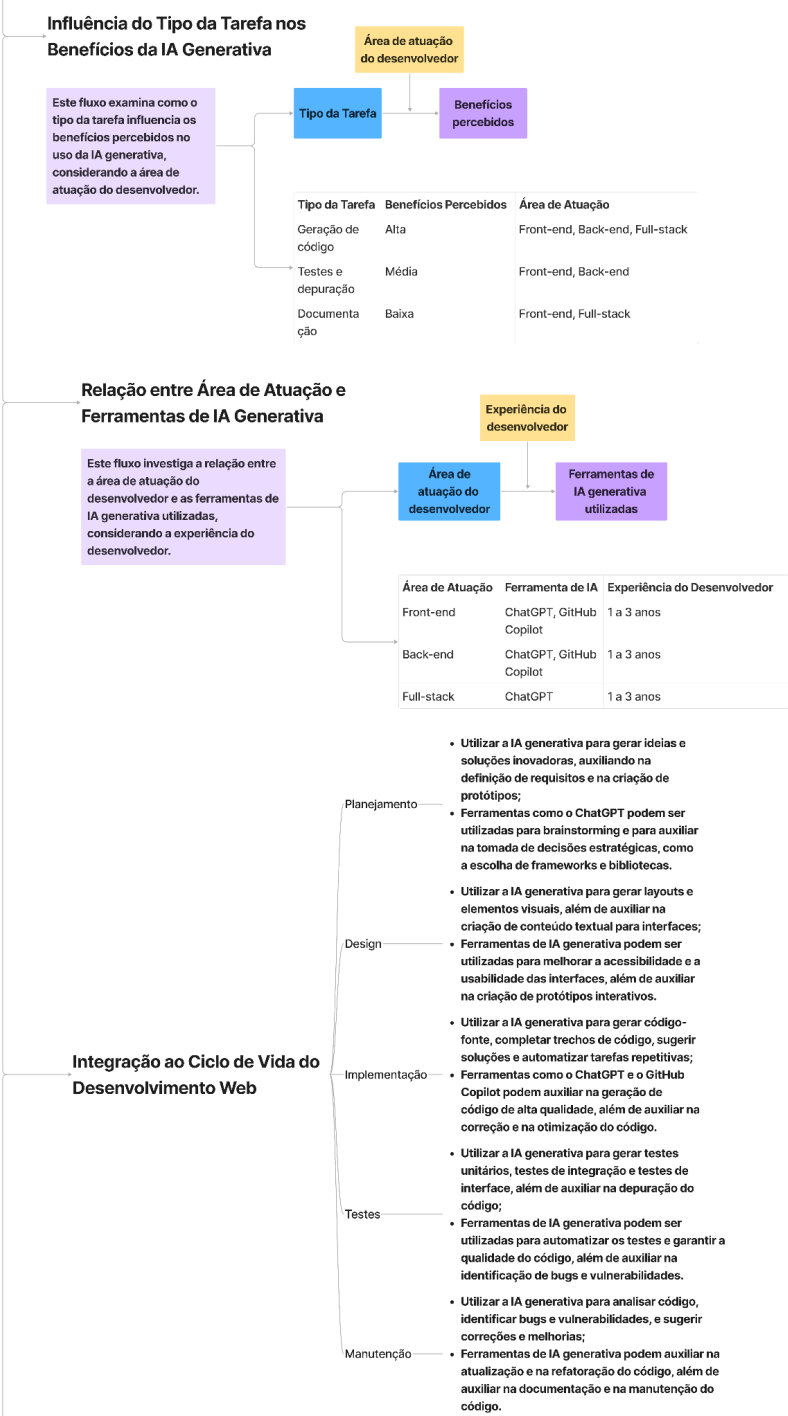
Este fluxo investiga como a experiência do desenvolvedor influencia sua percepção sobre o impacto da IA generativa na qualidade do código, considerando a ferramenta utilizada e a frequência de uso.

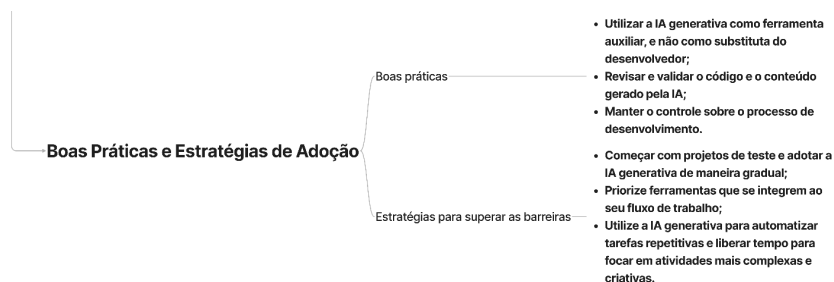


Relação entre a Frequência de Uso da IA Generativa e a Produtividade

Este fluxo analisa como a frequência de uso da IA generativa impacta a produtividade percebida, considerando a qualidade do código e o tempo de desenvolvimento.







Fonte: Elaborado pelos autores (2024)<sup>3</sup>.

Em síntese, o framework conceitual reúne as informações obtidas na pesquisa com profissionais da área, estruturando-as em um fluxo lógico que abrange desde a compreensão da IA, seus benefícios e limitações, até sua integração no ciclo de vida do desenvolvimento *web*, considerando as diversas variáveis que influenciam esse processo. Esse *framework* oferece, ao final, um guia prático e aplicável para que os desenvolvedores incorporem a IA generativa de maneira eficaz em seus fluxos de trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou o uso e o impacto da IA generativa no desenvolvimento *web*, a partir da perspectiva de 31 profissionais da área. Os resultados obtidos por meio de um questionário (Apêndice A) com perguntas de múltipla escolha e subjetivas revelam que a IA generativa já é uma realidade nesse campo, com ferramentas como o *ChatGPT* sendo amplamente utilizadas para diversas tarefas, como geração de código, testes e planejamento. A maioria dos participantes percebe um impacto positivo na qualidade do código e redução do tempo de desenvolvimento, especialmente nas etapas de implementação e testes.

Conforme destacado no início da pesquisa, a crescente adoção da IA generativa no desenvolvimento de *software* apresenta desafios para os profissionais, especialmente na escolha da ferramenta ideal, agravada pela escassez de pesquisas que explorem o uso real e o impacto dessas ferramentas. Buscando elucidar essa problemática, este estudo se propôs a:

- Mapear a percepção e o uso de ferramentas de IA generativa por desenvolvedores *web*.
- Avaliar o impacto percebido da IA generativa no ciclo de vida do desenvolvimento *web*.
- Identificar padrões e tendências no uso da IA generativa em relação à experiência dos desenvolvedores e às diferentes áreas de atuação.
- Propor um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração da IA generativa no processo de desenvolvimento *web*.

Apesar da limitação da pesquisa por conta da quantidade de repostas obtidas, os objetivos foram atingidos ao analisar detalhadamente as respostas dos participantes, apresentadas em tabelas e gráficos. O estudo traçou um panorama do impacto da IA generativa nas diferentes etapas do desenvolvimento *web*, desde a geração de código e testes até o planejamento e *design* de *interfaces*, contribuindo para o entendimento de como a IA generativa está sendo utilizada e seus efeitos, na prática. Além disso, a pesquisa investigou a percepção dos desenvolvedores sobre o

<sup>3</sup> Disponível em: <https://github.com/oliverbaggins/framework-conceitual-artigo>. Acesso em: 8 jan. 2025.

impacto da IA generativa na qualidade do código, no tempo de desenvolvimento e nas diferentes etapas do ciclo de vida do desenvolvimento *web*, identificando ferramentas como o *ChatGPT* e o *GitHub Copilot*.

É importante destacar que, apesar do entusiasmo e das expectativas em torno da IA generativa, ela deve ser vista como uma ferramenta, e não como uma solução definitiva para todos os problemas do desenvolvimento *web*. A IA generativa pode auxiliar os desenvolvedores em diversas tarefas, mas o trabalho humano, a criatividade e o pensamento crítico continuam sendo essenciais para o desenvolvimento de aplicações *web* inovadoras e de alta qualidade.

Com base nos resultados, o estudo propôs um *framework* conceitual com recomendações práticas para a integração da IA generativa no desenvolvimento *web*, visando auxiliar os desenvolvedores a utilizar a IA generativa de maneira eficiente em seus projetos. As recomendações incluem a utilização da IA generativa para tarefas específicas e bem definidas, a integração com outras ferramentas e plataformas, o uso crítico e consciente da IA generativa com revisão humana e o desenvolvimento de habilidades essenciais.

Por fim, a IA generativa tem o potencial de impulsionar o desenvolvimento *web*, mas é preciso utilizá-la com sabedoria, discernimento e responsabilidade. O futuro do desenvolvimento *web* dependerá da capacidade dos desenvolvedores de integrar a IA generativa em seus fluxos de trabalho de forma estratégica, ética e eficiente, aproveitando ao máximo seus benefícios e mitigando seus riscos.

## REFERÊNCIAS

AKHTAR, Z. B. Unveiling the evolution of generative AI (GAI): a comprehensive and investigative analysis toward LLM models (2021–2024) and beyond. **Journal of Electrical Systems and Information Technology**, v. 11, n. 1, p. 22, 12 jun. 2024. Disponível em: <https://jesit.springeropen.com/articles/10.1186/s43067-024-00145-1>. Acesso em: 31 out 2024.

ALDAHOUL, N. *et al.* **Exploring the Potential of Generative AI for the World Wide Web**. arXiv, 26 out. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2310.17370>. Acesso em: 12 mar. 2024. Disponível em: <https://jesit.springeropen.com/articles/10.1186/s43067-024-00145-1>. Acesso em: 31 out 2024.

BABBIE, E. **Métodos de pesquisa de survey**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003.

BARKE, S.; JAMES, M. B.; POLIKARPOVA, N. Grounded Copilot: How Programmers Interact with Code-Generating Models. **Proceedings of the ACM on Programming Languages**, v. 7, n. OOPSLA1, p. 85–111, 6 abr. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2206.15000>. Acesso em: 5 maio 2024.

BENDER, E. M. *et al.* On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?. *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. **Anais...** Em: FACCT '21: 2021 ACM CONFERENCE ON FAIRNESS, ACCOUNTABILITY, AND TRANSPARENCY. Virtual Event Canada: ACM, 3 mar. 2021. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BHATIA, S. *et al.* **Unit Test Generation using Generative AI: A Comparative Performance Analysis of Autogeneration Tools.** arXiv, 13 fev. 2024. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2312.10622>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BIRD, C. *et al.* Taking Flight with Copilot. **Communications of the ACM**, v. 66, n. 6, p. 56–62, jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3589996>. Acesso em: 5 maio 2024.

BROWN, T. B. *et al.* **Language Models are Few-Shot Learners.** arXiv, 22 jul. 2020. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2005.14165>. Acesso em: 5 nov. 2024.

CAO, Y. *et al.* **A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT.** arXiv, 7 mar. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2303.04226>. Acesso em: 25 nov. 2024.

CHEN, M. *et al.* **Evaluating Large Language Models Trained on Code.** arXiv, 14 jul. 2021. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2107.03374>. Acesso em: 6 maio 2024.

COHEN, P. Harold Cohen and AARON. **AI Magazine**, v. 37, n. 4, p. 63–66, dez. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1609/aimag.v37i4.2695>. Acesso em: 31 out 2024.

ÇELİK, L. Role of Artificial Intelligence in Imaging: From A Radiologist's Point of View with A Focus on Breast Imaging. **The Anatolian Journal of Cardiology**, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2019.35625>. Acesso em: 5 maio 2024.

DAI, A. M.; LE, Q. V. **Semi-supervised Sequence Learning.** arXiv, 4 nov. 2015. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1511.01432>. Acesso em: 5 nov. 2024.

DELL'ACQUA, F. *et al.* Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality. **SSRN Electronic Journal**, 2023. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321>. Acesso em: 31 mar. 2024.

DENNY, P.; KUMAR, V.; GIACAMAN, N. **Conversing with Copilot: Exploring Prompt Engineering for Solving CS1 Problems Using Natural Language.** arXiv, 26 out. 2022. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2210.15157>. Acesso em: 7 maio 2024.

DIFFBLUE. **Diffblue Docs.** 2024. Disponível em: <https://docs.diffblue.com/>. Acesso em: 04 nov. 2024.

DOWNING, Frank; SOJA, Jozef; **ARK INVEST. Big Ideas 2024.** Disponível em: <https://www.ark-invest.com/big-ideas-2024/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

ERMEL, C. *et al.* **Literature Reviews: Modern Methods for Investigating Scientific and Technological Knowledge.** Cham: Springer, 2021. 1 v. DOI:

- 10.1007/978-3-030-75722-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-75722-9>. Acesso em: 15 maio 2024.
- MANYIKA, James; BUGHIN, Jacques. **The Promise and Challenge of the Age of Artificial Intelligence**. McKinsey Global Institute, 18 out. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence/pt-BR>. Acesso em: 6 jan. 2025.
- MAYOR, A. **Gods and Robots: Myths, Machines, and Ancient Dreams of Technology**. Princeton: Princeton University Press, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/9780691185446>. Acesso em: 21 out. 2024.
- MCCARTHY, J.; MINSKY, M. L.; ROCHESTER, N.; SHANNON, C. E. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. **AI Magazine**, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 12, 2006. DOI: 10.1609/aimag.v27i4.1904. Disponível em: <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/1904>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- FERRAG, M. A. *et al.* **Generative AI and Large Language Models for Cyber Security: All Insights You Need**. arXiv, 21 maio 2024. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2405.12750>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- FEUERRIEGEL, S. *et al.* Generative AI. **Business & Information Systems Engineering**, v. 66, n. 1, p. 111–126, fev. 2024. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4443189>. Acesso em: 5 maio 2024.
- FIGMA. **Figma AI**. 2024. Disponível em: <https://www.figma.com/ai/our-approach/>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- GITHUB. **GitHub Copilot Documentation**. 2024. Disponível em: <https://docs.github.com/pt/copilot>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- GOOGLE DEVELOPERS. **Curso intensivo de aprendizado de máquina: retropropagação**. 2024. Disponível em: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/neural-networks/backpropagation?hl=pt-br#:~:text=Retropropaga%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20a%20o%20algoritmo,redes%20neurais%20de%20v%C3%A1rias%20camadas..> Acesso em: 31 out. 2024.
- GOODFELLOW, I. J. *et al.* **Generative Adversarial Networks**. arXiv, 10 jun. 2014. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1406.2661>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- GOZALO-BRIZUELA, R.; GARRIDO-MERCHÁN, E. C. **A survey of Generative AI Applications**. arXiv, 14 jun. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2306.02781>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- HOCHREITER, S.; SCHMIDHUBER, J. Long Short-Term Memory. **Neural Computation**, v. 9, n. 8, p. 1735–1780, 1 nov. 1997. Disponível em: <https://direct.mit.edu/neco/article-abstract/9/8/1735/6109/Long-Short-Term-Memory?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 31 out 2024.

JANIESCH, C.; ZSCHECH, P.; HEINRICH, K. Machine learning and deep learning. **Electronic Markets**, v. 31, n. 3, p. 685–695, set. 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2104.05314>. Acesso em: 5 maio 2024.

KALLIAMVAKOU, Eirini; GITHUB. **Research**: Quantifying GitHub Copilot's Impact on Developer Productivity and Happiness. Disponível em: <https://github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness>. Acesso em: 31 mar. 2024.

LI, J. *et al.* **User Experience Design Professionals' Perceptions of Generative Artificial Intelligence**. Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. **Anais...** Em: CHI '24: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS. Honolulu HI USA: ACM, 11 maio 2024. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3613904.3642114>. Acesso em: 5 nov. 2024.

LIPTON, Z. C. In machine learning, the concept of interpretability is both important and slippery. **machine learning**, v. 16, n. 3, p 31–57, jun. 2018. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3236386.3241340>. Acesso em: 31 out. 2024.

MARCUS, G.; DAVIS, E. **Rebooting Ai**: Building Artificial Intelligence We Can Trust. 1. ed. New York: Pantheon, 2019.

NGUYEN-DUC, A. *et al.* **Generative Artificial Intelligence for Software Engineering -- A Research Agenda**. arXiv, 28 out. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2310.18648>. Acesso em: 7 maio 2024.

RADFORD, A. *et al.* **Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision**. arXiv, 26 fev. 2021. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2103.00020>. Acesso em: 5 nov. 2024.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**: Uma Abordagem Moderna. 4. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9788595159495. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595159495/>. Acesso em: 7 maio 2024.

RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J. **Learning representations by back-propagating errors**. 1986. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/323533a0>. Acesso em: 31 out 2024.

SERP AI. **CodeT5**. 2024. Disponível em: <https://serp.ai/codet5/>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SICHMAN, S. J. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 37-49, Jan./Abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004>. Acesso em: 6 jan. 2025.

SNYK. **Snyk Docs**. 2024. Disponível em: <https://docs.snyk.io/scan-with-snyk/snyk-code>. Acesso em: 04 nov. 2024.



TABNINE. **Tabnine Documentation**. 2024. Disponível em: <https://docs.tabnine.com/main>. Acesso em: 04 nov. 2024.

TURING, A. M. I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. **Mind**, v. LIX, n. 236, p. 433–460, 1 out. 1950. Disponível em: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>. Acesso em: 31 out 2024.

VASWANI, A. *et al.* **Attention Is All You Need**. arXiv, 2 ago. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1706.03762>. Acesso em: 5 nov. 2024.

YENDURI, G. *et al.* **Generative Pre-trained Transformer: A Comprehensive Review on Enabling Technologies, Potential Applications, Emerging Challenges, and Future Directions**. arXiv, 21 maio 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2305.10435>. Acesso em: 31 mar. 2024.

YU, H.; GUO, Y. Generative artificial intelligence empowers educational reform: current status, issues, and prospects. **Frontiers in Education**, v. 8, p. 1183162, 1 jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1183162>. Acesso em: 31 mar. 2024.

WEBB, M. **The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market**. SSRN, 5 novembro 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3482150>. Acesso em: 25 nov. 2024.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Perguntas do Questionário (Survey)

- Qual é a sua experiência no desenvolvimento web?
  - Menos de 1 ano
  - 4 - 6 anos
  - 7-10 anos
  - Mais de 10 anos
- Qual é a sua principal área de atuação no desenvolvimento web?
  - Front-end
  - Back-end
  - Full-stack
  - UX/UI
  - DevOps
  - Outra
- Com que frequência você utiliza ferramentas de IA generativa no seu trabalho?
  - Nunca
  - Raramente
  - Ocasionalmente
  - Frequentemente
  - Sempre
- Quais ferramentas de IA generativa você já utilizou para o desenvolvimento web? (Selecione todas as que se aplicam).
  - ChatGPT
  - GitHub Copilot
  - MidJourney
  - DALL-E
  - Codex
  - Outras
  - Nenhuma
- Quais aspectos do desenvolvimento web você acredita ser mais impactado pela IA generativa? (Selecione até três).
  - Geração de código
  - Design de interface
  - Geração de conteúdo
  - Testes e depuração
  - Integração contínua e entrega
  - Documentação
  - Outros
  - Nenhum
- Em que etapa do processo de desenvolvimento web você acredita que IA generativa é mais útil?
  - Planejamento
  - Design
  - Implementação
  - Testes
  - Manutenção
  - Outra

- Nenhum
- Como você avalia a qualidade do código ou conteúdo gerado pelas ferramentas de IA generativa no desenvolvimento web?
  - Baixíssima qualidade
  - Baixa qualidade
  - Qualidade média
  - Alta qualidade
  - Altíssima qualidade
- Como você avalia o impacto da IA generativa na qualidade do código ou conteúdo gerado?
  - Muito Negativo
  - Negativo
  - Neutro
  - Positivo
  - Muito Positivo
- Conforme a sua experiência, o uso de IA generativa reduz o tempo necessário para completar tarefas de desenvolvimento web?
  - Não, aumenta o tempo
  - Não, o tempo permanece o mesmo
  - Sim, reduz ligeiramente o tempo
  - Sim, reduz significativamente o tempo
- Quais são as principais limitações que você encontrou ao utilizar IA generativa no desenvolvimento web? (Resposta aberta).
- Como o código gerado pela IA generativa é incorporado nos seus projetos?
  - Utilizo diretamente o código gerado sem modificações
  - Utilizo o código gerado após pequenas modificações
  - Utilizo o código gerado como referência e faço ajustes significativos
  - Raramente utilizo o código gerado, prefiro criar o meu próprio a partir dele
  - Não utilizo o código gerado pela IA
- Quais práticas de desenvolvimento você alterou após adotar a IA generativa? (Selecione todas as que se aplicam).
  - Especificação de requisitos
  - Escrita de código
  - Revisão de Código
  - Colaboração em equipe
  - Outras
  - Nenhuma
- Você acredita que a IA generativa vai se tornar uma parte essencial do desenvolvimento web em um futuro próximo?
  - Sim, em menos de 2 anos
  - Sim, em 2-5 anos
  - Sim, mas levará mais de 5 anos
  - Não, não acredito que será essencial
- Em sua opinião, como a IA generativa impactará o papel do desenvolvedor web no futuro? (Resposta aberta).
- Quais melhorias ou funcionalidades você gostaria de ver nas ferramentas de IA generativa para facilitar o desenvolvimento web? (Resposta aberta).
- Você tem alguma recomendação para a integração de IA generativa no processo de desenvolvimento web? (Resposta aberta).