

Sistema multiagente de Inteligência Artificial para Suporte à Decisão em Marketing Digital

Gabriel Willye Borges Valençoela, Vanessa Araújo Borges

1

Resumo. Nos últimos anos, o crescimento expressivo do volume de dados disponíveis e o aumento da capacidade de processamento desses dados têm levado as empresas a buscar alternativas mais eficazes para analisar informações, extrair valor estratégico e manter a competitividade no marketing digital. Nesse contexto, abordagens tradicionais de campanhas promocionais têm se mostrado insuficientes quando comparadas às estratégias digitais orientadas a dados, como a otimização para mecanismos de busca SEO e a otimização para inteligência artificial. Uma limitação comum às empresas de diferentes portes é o alto custo de plataformas proprietárias que realizam análises e diagnósticos a partir de dados. Agentes de IA, como proposto por Alavi (2024), oferecem transparência e responsividade na análise de dados em tempo real. Sob essa perspectiva, neste trabalho, foi desenvolvido um sistema multiagente de Inteligência Artificial para automatizar a coleta, a análise e a síntese de dados de marketing digital. A arquitetura do sistema utiliza a técnica de Geração Aumentada por Recuperação (Retrieval Augmented Generation - RAG) em uma base de conhecimento curada para gerar insights açãoáveis e estratégias fundamentadas em linguagem natural. Os resultados obtidos evidenciam que o sistema demonstrou eficácia ao automatizar o ciclo completo de diagnóstico e análise, fornecendo planos de ação estratégicos e personalizados em menos de dez minutos.

1. Introdução

O cenário atual do *marketing* digital é caracterizado por grandes volumes de dados complexos e heterogêneos – provenientes de redes sociais, mecanismos de busca, campanhas de *e-mail*, plataformas de anúncios e transmissões de vídeos [1].

Esse volume de dados, ao invés de promover eficiência, muitas vezes dificulta a identificação de *insights* açãoáveis e a tomada de decisões estratégicas. Desafios históricos no *marketing*, como a saturação e a percepção de invasão geradas pelo telemarketing tradicional, em que o excesso de contato resultava na diminuição do interesse e da efetividade da comunicação. No ambiente digital, a proliferação de conteúdos e abordagens pode levar a um efeito de sobrecarga informativa, tornando a diferenciação e a relevância desafios constantes [2].

Nesse contexto, a capacidade de compreender o ambiente digital e de se posicionar estrategicamente tornou-se fundamental para a sobrevivência e o crescimento dos negócios. Ferramentas e metodologias como SEO (*Search Engine Optimization*), uma metodologia para otimização em mecanismos de busca, otimização para inteligência artificial (*Artificial Intelligence Optimization* – AIO) e técnicas avançadas de ranqueamento são essenciais para garantir visibilidade e competitividade em um ecossistema digital em

constante evolução [5]. Além disso, a análise do tráfego em redes sociais e o comportamento do consumidor nessas plataformas oferece uma riqueza de informações sobre preferências de mercado e padrões de engajamento, exigindo monitoramento contínuo e análises precisas para traduzir dados brutos em inteligência de mercado [6].

A complexidade e o custo associados à análise de *Big Data* criam um fosso significativo no mercado, impactando sobretudo as Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Sem acesso a diagnósticos especializados de alto custo ou a ferramentas de *Business Intelligence* complexas, estas empresas lutam para obter clareza estratégica e tomar decisões baseadas em evidências [2]. Contudo, a *Inteligência Artificial* (IA) emerge como uma solução promissora para democratizar o acesso a análises avançadas. Essa tecnologia é capaz de aumentar o retorno sobre o investimento (*Return On Investment* – ROI) com menores investimentos, além de reduzir custos e eliminar atividades trabalhosas e demoradas através da automação de tarefas e serviços. A automação de processos repetitivos, como a gestão de campanhas de *e-mail marketing* e a criação de fluxos de nutrição de *leads*, permite, por sua vez, que os profissionais de *marketing* concentrem-se em ações mais estratégicas e criativas.

Para mitigar esse desafio, neste trabalho foi desenvolvido um sistema modular e escalável baseado em uma arquitetura de *Agentes de IA* orquestrados [4]. Diferentemente de modelos monolíticos, o sistema emprega Agentes Especialistas (como o Agente Arquiteto e o Agente Analista) para automatizar fluxos de trabalho complexos, desde a coleta de dados técnicos de *SEO On-Page* (título, *meta description*, tags de cabeçalho, contagem de palavras e atributos *alt* de imagens) até a geração de relatórios consolidados. O grande diferencial e a principal contribuição do sistema residem no Agente Estrategista, que utiliza a técnica de RAG a partir de uma base de conhecimento curada. O RAG é uma técnica que combina modelos de linguagem com mecanismos de busca semântica para recuperar informações relevantes antes de gerar uma resposta [7]. Ele opera consultando essa base externa, selecionando documentos relacionados ao contexto para produzir respostas mais precisas e fundamentadas, sendo útil para reduzir alucinações e garantir que o conteúdo gerado esteja alinhado a fatos ou fontes específicas [7]. Essa integração permite que o sistema vá além do diagnóstico técnico, fornecendo *recomendações estratégicas* fundamentadas em *frameworks* de negócio, garantindo que os *insights* gerados sejam acionáveis e alinhados aos objetivos empresariais [5]. Além de sua capacidade prescritiva, o modelo utiliza essa base de conhecimento curada para permitir que o processo seja transparente, visando ser um modelo de *Inteligência Artificial Explicável* (xAI). A necessidade de transparência tecnológica é o foco do xAI, um campo de pesquisa cujo objetivo é tornar os sistemas de IA mais compreensíveis e transparentes aos humanos, sem sacrificar o desempenho [8]. O uso do RAG pelo Agente Estrategista demonstra essa preocupação com a transparência algorítmica, pois, ao fundamentar as recomendações em uma base de conhecimento curada e documentada, ele se afasta do modelo "caixa-preta" (*black box*), facilitando a auditoria e aumentando a confiança do usuário no diagnóstico estratégico gerado.

Para a validação da arquitetura multiagente e da funcionalidade prescritiva do sistema, os testes (Provas de Conceito) foram simulados por meio de modelos de linguagem de grande porte (LLMs) acessados pela plataforma *OpenRouter*¹. A escolha dessa aborda-

¹*OpenRouter* é uma plataforma que fornece acesso unificado a diferentes modelos de linguagem de

gem foi necessária para garantir a agnósticidade do modelo, permitindo que a arquitetura do sistema seja compatível com qualquer LLM, sem se restringir a uma única tecnologia proprietária [9]. O OpenRouter facilita o acesso unificado a diversos modelos de alta capacidade (como GPT-4 e Mistral) por meio de uma única API, permitindo acesso a modelos difíceis de se executar localmente devido limitações de hardware, e permitindo acesso a modelos com maior capacidade, para simular a capacidade de raciocínio avançado do Agente Estrategista e validar o potencial da arquitetura de orquestração proposta. Embora seja uma ferramenta paga, o *OpenRouter* é uma alternativa a soluções que exigem maior poder aquisitivo, como altos investimentos em hardware de alto desempenho para execução local ou assinaturas em modelos conversacionais que não possuem o mesmo nível de capacidade para personalização que o sistema proposto neste artigo. Essa abordagem permite conectar modelos complexos diretamente à base de conhecimento curada do sistema via RAG, garantindo que as PMEs usufruam de diagnósticos estratégicos e personalizados com um custo operacional escalável e acessível.

O sistema proposto foi implementado e validado por meio de inúmeros testes, demonstrando sua eficácia na transformação de dados brutos em inteligência estratégica, conforme detalhado nos resultados. Em conclusão, os resultados mostram que as ferramentas de IA possibilitam a personalização mais profunda das campanhas, a automação de processos complexos e a otimização contínua das estratégias publicitárias, ampliando a competitividade no mercado [2].

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 são listados alguns dos trabalhos relacionados. Na Seção 3 é definida a arquitetura do sistema. Na Seção 4 são apresentados os resultados preliminares de uma prova de conceito realizada. Na Seção 5 são apresentados os próximos passos. Por fim, na Seção 6 os resultados obtidos são sumarizados.

2. Trabalhos relacionados

Estudos recentes têm explorado a interseção entre IA e *marketing digital*, evidenciando a necessidade de sistemas com maior grau de autonomia e capacidade analítica. O ponto de partida para a implementação de qualquer solução de IA no *marketing* reside na compreensão do desafio fundamental imposto pelo volume de dados. Daniel Tomás [1] analisou o potencial da IA para transformar o *marketing* e concluiu que sua principal contribuição é a capacidade de lidar com a sobrecarga de dados (*Big Data*) e transformar informações em vantagem competitiva. O autor destaca que, apesar da explosão de dados, apenas 0,5% de todas as informações disponíveis são de fato analisadas e utilizadas na tomada de decisões de negócios.

Essa ineficiência na análise de informações motiva a adoção da IA conforme observado por Teixeira [3]. O autor complementa essa visão, argumentando que a IA oferece novas maneiras de processar o volume de informações, fornecendo a velocidade de processos e a integridade dos dados que as tarefas rotineiras de análise carecem. Sob essa perspectiva, a IA é capaz de identificar dados específicos e relevantes, processando-os rigorosamente por meio de filtros inteligentes e extraíndo o máximo de informações refinadas que os dados brutos podem fornecer [3].

Em uma perspectiva de mercado, a *McKinsey & Company* [10] posiciona os agentes de IA como a próxima fronteira tecnológica. Segundo os autores, esses sistemas evoluem de modelos conversacionais para agentes capazes de executar ações complexas e orquestrar fluxos de trabalho de negócio de ponta a ponta. Defende-se que o verdadeiro potencial da IA será realizado por meio de um ecossistema de agentes especializados, que podem ser coordenados para automatizar processos complexos, o que valida a arquitetura multiagente modular e escalável proposta neste trabalho. Essa abordagem reflete a ideia de que a IA pode simular um profissional da área, tornando-se especialista naquele campo do conhecimento com acesso a amplos bancos de dados para consulta antes de tomar qualquer decisão.

O estudo bibliométrico de Marcela De Boni [11] revelou um crescimento exponencial no interesse por personalização, automação e análise preditiva no campo de pesquisa. O mapeamento realizado destaca a necessidade de estudos que não apenas aplicam a IA de forma isolada, mas também proponham novas arquiteturas e metodologias capazes de integrar suas diversas capacidades. Essa lacuna reforça a relevância do desenvolvimento de um sistema de orquestração de agentes coeso como o proposto aqui, que busca preencher o espaço entre a teoria e a aplicação prática integrada.

Avançando para as inovações tecnológicas, a revisão sistemática realizada por Santos et al. [5] abordou o impacto da IA generativa (GenAI) no *marketing* digital. Os autores apontam para uma tendência crucial: a migração de ferramentas de análise puramente quantitativa para sistemas que geram *insights* qualitativos e estratégicos em linguagem natural [5]. A ênfase na *GenAI* e em técnicas como RAG valida o foco deste trabalho em criar um Agente Estrategista, que transforma a análise técnica em planos de ação fundamentados em *frameworks* de negócio.

O mecanismo de Geração Aumentada por Recuperação (RAG), que é central para a funcionalidade prescritiva do Agente Estrategista, tem seu fundamento teórico no trabalho seminal de Lewis [7]. Os autores introduziram o RAG como uma arquitetura que combina a "memória paramétrica e não paramétrica" para gerar linguagem, abordando a limitação dos grandes modelos de linguagem (LLMs) que possuem uma "capacidade de acessar e manipular conhecimento com precisão ainda é limitada" [7]. O modelo proposto por Lewis valida a abordagem adotada neste sistema, que utiliza a recuperação de documentos de uma base de conhecimento curada para fornecer contexto adicional antes da geração, garantindo que o *output* seja "mais fortemente fundamentado em conhecimento factual real" [7]. Essa fundamentação é crucial para o nosso trabalho, assegurando que as recomendações estratégicas do sistema multiagente sejam cientificamente sólidas e confiáveis, migrando com sucesso do diagnóstico para a prescrição acionável.

No entanto, a eficácia dessas ferramentas depende da sua integração. Chiesa [6] investigou o uso de ferramentas como *chatbots* e análise de sentimento e concluiu que, embora eficazes isoladamente, seu potencial é limitado pela falta de integração. O autor argumenta que a eficácia do *marketing* digital moderno reside na capacidade de sintetizar dados de fontes variadas e traduzi-los em uma estratégia unificada. Essa conclusão sustenta a necessidade de um Orquestrador central que garanta que os dados coletados por diferentes agentes (SEO, anúncios, etc) sejam combinados para uma visão estratégica coerente.

A relevância da solução torna-se ainda mais evidente no contexto brasileiro, em que o uso de IA enfrenta desafios específicos. Gabriel Pedroso [2] investigou a adoção da IA no desenvolvimento de campanhas no Brasil e identificou que PMEs enfrentam desafios significativos relacionados a custo, complexidade técnica e falta de conhecimento especializado. Este achado é uma justificativa central deste trabalho, que visa fornecer uma solução acessível e intuitiva, democratizando o acesso a análises avançadas.

Essa democratização é sustentada pela eficiência da automação. A IA se torna uma grande fonte de redução de custos e eliminação de atividades trabalhosas e demoradas por meio da automação de tarefas e serviços, como a coleta e análise de dados, concluindo-as em segundos ou minutos [6, 3]. Essa capacidade de automação permite que os profissionais se concentrem em ações mais estratégicas [3], enquanto a IA garante a automação de processos complexos e a otimização contínua das estratégias publicitárias, promovendo um aumento significativo nas taxas de engajamento e conversão [2].

É importante destacar que a implementação da IA deve ser guiada pela ética. Embora a tecnologia possibilite a personalização e a automação, os estudos mais recentes, como [5, 2], ressaltam a importância de abordar a ética algorítmica e a necessidade de transparência (XAI). Sob essa perspectiva, há uma preocupação com a possível desumanização das interações e a necessidade de manter o foco na experiência humana. A adesão às diretrizes de privacidade, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil, é determinante para o sucesso das campanhas [2].

Em síntese, a literatura evidencia a necessidade de soluções baseadas em Inteligência Artificial no *marketing* digital que combinem arquiteturas integradas, capacidade de análise de *Big Data*, geração de *insights* estratégicos (RAG) e acessibilidade às PMEs, contexto no qual se insere o sistema multiagente proposto no escopo deste trabalho.

3. Arquitetura do Sistema Multiagente

O sistema proposto, ilustrado na Figura 1, foi definido com base em uma arquitetura modular e escalável, fundamentada na orquestração de agentes de IA especializados. Seu principal objetivo é realizar a automação da jornada analítica completa, que historicamente exige a coordenação de múltiplos profissionais e ferramentas, desde a coleta técnica de dados brutos de SEO e publicidade até a geração de um plano de ação estratégico.

De modo geral, o fluxo de trabalho é coordenado pelo *Orquestrador Principal*, que recebe a requisição do usuário e a direciona sequencialmente por meio de agentes com funções específicas, como interpretação da intenção, coleta de dados, análise inteligente via LLMs e, finalmente, a consulta estratégica baseada em *frameworks* de negócio [10].

O diferencial da arquitetura definida está na capacidade de possibilitar o diagnóstico puramente quantitativo, migrando para a geração de *insights* qualitativos e prescritivos em linguagem natural. Essa capacidade é viabilizada pela integração do *Agente Analista* com o *Agente Estrategista*.

O RAG aprimora as capacidades de resposta dos LLMs ao integrá-los com uma base de conhecimento externa e específica, garantindo que as respostas geradas sejam fundamentadas, factuais e contextualmente relevantes [7]. Sob essa perspectiva, o *Agente Estrategista* utiliza o RAG consultando uma base de conhecimento curada, con-

tendo *frameworks* e melhores práticas de *marketing* digital de fontes especializadas renomadas como *ActiveCampaign*, *Ahrefs* e *Hubspot*².

Após a coleta dos dados técnicos, o Agente Analista, que atua como um Analista de *Marketing Digital*, formula cinco perguntas investigativas e profundas para que o Agente Estrategista realize a consulta no RAG. O número cinco foi escolhido de forma arbitrária, para testar tanto a capacidade de síntese na construção das perguntas como a capacidade do Agente Estrategista responder várias perguntas com a sua base. Essas perguntas são respondidas pelo Agente Estrategista com base na base de conhecimento curada. Desse modo, a abordagem garante que as recomendações finais não sejam apenas listas de problemas, mas sim um plano de ação estratégico que apoia diretamente a tomada de decisão das PMEs, resolvendo a limitação de clareza estratégica identificada no mercado [2].



Figura 1. Arquitetura do sistema multiagente.

3.1. Orquestrador Principal

O Orquestrador Principal atua como o núcleo do sistema e o gestor do fluxo de trabalho. Ele é o ponto de entrada de toda a requisição de análise, recebendo as informações iniciais do usuário – a *URL* a ser analisada, o termo de busca e o *prompt* do usuário – e coordenando a execução sequencial de todos os agentes especialistas. A função do orquestrador é essencial para o sucesso da arquitetura multiagente, pois garante a coerência e a integridade dos dados. Chiesa [6] afirma que a eficácia do *marketing* digital moderno depende da capacidade de sintetizar dados de fontes variadas e traduzi-los em uma estratégia unificada, o que torna a orquestração um requisito fundamental.

Fluxo de Execução e Delegação: o fluxo principal é gerenciado pelo método `executar_analise_completa`, que assegura a passagem correta dos dados entre os agentes, conforme indicado na 1 e na seguinte sequência lógica:

²ActiveCampaign, Ahrefs e Hubspot são empresas do setor de *marketing* digital que disponibilizam conteúdos educacionais de forma gratuita e paga em seus sites, respectivamente: <https://www.activecampaign.com/>, <https://ahrefs.com/> e <https://www.hubspot.com/>

1. Interpretação da Intenção (`__interpretacao`): delega o *prompt* do usuário ao Agente Intérprete, capturando as diretivas estruturadas (`self.diretivas_usuario`) que guiarão a análise.
2. Coleta de Dados (`__coleta_dados`): aciona os Agentes Coletores, como o Agente Arquiteto e o Agente Coletor Meta, para que realizem a coleta dos dados técnicos e contextuais. Os resultados são armazenados em `self.dados_coletados`.
3. Análise Inteligente (`__analise`): injeta os dados coletados e as diretivas do usuário no Agente Analista (e subsequentemente no Agente Estrategista), resultando nos *insights* e no Plano de Ação Estratégico.
4. Geração do Relatório (`__relatorio_final`): chama o Agente Analista para converter a inteligência estruturada em um relatório final em texto.

Gerenciamento de Metadados e Robustez: o orquestrador é responsável pela consolidação do relatório final, incluindo metadados essenciais para a auditoria do processo, como a *URL* analisada, o *prompt* original, o *timestamp* da execução, a versão do orquestrador (indicada como 3.1) e a lista de todos os agentes utilizados na análise. Além disso, o orquestrador encapsula toda a execução em blocos de tratamento de exceções, fornecendo um "status": "erro" no *log* de execução caso um agente falhe, garantindo a robustez do sistema.

3.2. Agente Intérprete

O Agente Intérprete é o primeiro Agente Especialista acionado pelo Orquestrador Principal e desempenha uma função crítica: transformar a requisição do usuário, fornecida em linguagem natural (*prompt*), em diretivas estruturadas para o consumo dos agentes subsequentes.

Função e Tecnologia: a necessidade de um Agente Intérprete surge da ambiguidade inerente à comunicação humana. O usuário pode expressar sua necessidade de maneira ampla ou vaga, como em declarações do tipo "Quero aumentar meu *branding* e conseguir mais clientes". O sistema, por outro lado, exige objetivos claros e bem definidos para executar a coleta e a análise de dados com precisão.

Para realizar essa tradução, o Agente Intérprete utiliza técnicas de *Processamento de Linguagem Natural* (*Natural Language Processing* – PNL) baseadas em um LLM. O modelo é instruído via *prompt* de sistema a atuar como um especialista em marketing digital e SEO, aderindo a um JSON schema pré-definido. Nesta implementação, emprega-se o modelo `openai/gpt-4-turbo-preview` para garantir precisão e compreensão contextual da solicitação.

Essa etapa inicial permite que o sistema evolua do simples processamento de texto para a tomada de decisão baseada em dados, garantindo que as ações subsequentes dos agentes especialistas estejam alinhadas com os objetivos do usuário.

Diretivas Estruturadas: a saída do Agente Intérprete é um objeto JSON que alimenta todos os demais agentes. Este objeto contém duas chaves principais que definem o escopo e o foco da análise:

- **foco_analise**: lista de áreas prioritárias que o sistema deve examinar, como performance, conteúdo ou SEO técnico. Essa estrutura permite que os agentes de coleta e análise priorizem as informações relevantes.
- **hipoteses_usuario**: lista de afirmações, hipóteses ou dúvidas extraídas diretamente do *prompt* do usuário. Essas hipóteses orientam o Agente Analista e o Agente Estrategista, fornecendo o contexto necessário para a geração de *insights* alinhados às necessidades reais do cliente.

3.3. Agente Coletor Meta

O Agente Coletor Meta é o especialista responsável por coletar dados contextuais e informações relacionadas à publicidade digital que complementam a análise técnica realizada pelo Agente Arquiteto. Esse agente amplia o escopo da análise ao incorporar aspectos de canais pagos e mídia social, oferecendo uma visão estratégica mais completa do ambiente competitivo. A função do agente está alinhada à necessidade crescente, no marketing digital moderno, de integrar dados provenientes de múltiplas fontes para compor uma estratégia unificada.

A contribuição do Agente Coletor Meta é especialmente relevante na etapa de raciocínio posterior, pois ele transforma a informação sobre competição publicitária em insumos estratégicos. Esses dados permitem recomendações práticas de campanhas *online* com segmentação adequada, controle de orçamento e posicionamento eficaz no mercado local, mesmo quando os recursos disponíveis são limitados.

Funcionalidades de Coleta de Publicidade Online: o Agente Coletor Meta simula a coleta de informações sobre anúncios ativos relacionados ao termo de busca fornecido pelo usuário, com o objetivo de mapear a concorrência no ambiente de publicidade digital, com foco em **Instagram** e **Facebook**. Essa análise do volume de concorrência é essencial para identificar possíveis nichos de oportunidade. Por exemplo, a ausência de competidores relevantes ou um número reduzido de anúncios ativos pode indicar baixa concorrência, o que representa uma oportunidade para destacar um produto ou serviço com um investimento relativamente baixo.

Entre os dados extraídos para cada anúncio identificado, destacam-se:

- **data_inicio**: data em que o anúncio passou a ser veiculado, obtida a partir da análise textual dos elementos da página.
- **cta**: o *Call-to-Action* utilizado no anúncio, extraído do elemento correspondente ao botão de ação.
- **link_destino**: o endereço para o qual o anúncio direciona o usuário ao ser acionado.

3.4. Agente Analista

O Agente Analista constitui o coração da inteligência e do raciocínio do sistema, atuando como Analista de Marketing Digital Sênior e Estrategista de Conteúdo. Sua função é ir além da simples coleta de dados brutos e estruturar um diagnóstico inicial, para, então, formular o raciocínio investigativo que será consultado pelo Agente Estrategista. Este agente recebe os dados técnicos (`dados_seo`) e contextuais



O Ponto de Partida - O Prompt Inicial

A Necessidade do Cliente

A Harmonie é uma clínica dermatológica localizada em Brasília. Possuem um Instagram e fazem publicações de conteúdo, mas gostariam de avaliar outras estratégias com o intuito de atrair mais clientes. Embora melhorar o SEO seja algo que possuem interesse, a maior necessidade é de definir um plano de ação de marketing digital prático para aplicação.

Dados de Entrada para o Sistema

- URL: "<https://www.harmoniemed.com.br/>"
- Termo de Busca: "clínica dermatológica brasília"

Figura 2. O papel do agente analista é auxiliar o usuário a receber o apoio que ele precisa, de acordo com seu prompt.

(dados_anuncios) dos agentes coletores, as diretivas_usuario mapeadas pelo Agente Intérprete, retiradas do prompt do usuário, conforme demonstrado na Figura 2. A sua atuação busca trazer o potencial da IA para simular um profissional da área, tornando-se especialista naquele campo do conhecimento com acesso a amplos bancos de dados para consulta antes de tomar qualquer decisão [3].

Processo de Raciocínio (Método analisar_dados_marketing): A análise é executada em três etapas principais, garantindo que tanto o diagnóstico primário quanto o raciocínio estratégico sejam capturados:

1. Análise Primária de Diagnóstico

analise_primaria_seo e analise_primaria_anuncios

Nesta fase, o agente aplica regras de negócio baseadas em conhecimento de mercado para identificar automaticamente os problemas e oportunidades mais evidentes nos dados coletados.

- Identificação de Problemas (SEO e Performance): o agente verifica falhas na coleta de dados de SEO e problemas estruturais críticos, como a ausência de título ou meta descrição da página. Também sinaliza problemas de usabilidade, como a ausência de otimização para dispositivos móveis (mobile_friendly) e questões de performance, como tempo de carregamento superior a três segundos.
- Identificação de Oportunidades (Publicidade): com base nos dados de anúncios ativos fornecidos pelo Agente Coletor Meta, o agente identifica baixa concorrência paga como oportunidade de alto potencial quando nenhum anúncio é encontrado ou quando o número de anúncios é inferior a 25. Essas oportunidades mapeadas têm como objetivo revelar ao usuário se é comum, em seu nicho, o uso de *marketing pago* para as palavras-chave escolhidas ou não.

2. Raciocínio e Formulação de Perguntas

(`raciocinar_e_consultar_estrategista`)

Esta é a etapa mais crítica, na qual o Agente Analista transforma o diagnóstico técnico em uma investigação estratégica. Ele utiliza um LLM treinado para formular cinco perguntas investigativas e profundas que serão submetidas ao Agente Estrategista (RAG). As perguntas são projetadas para:

- serem específicas e contextuais;
- conectar diferentes áreas do marketing, como SEO, conteúdo e anúncios;
- buscar *insights* e ações práticas;
- serem retornadas exclusivamente no formato JSON, contendo uma lista de strings.

3. Consolidação da Análise

Após receber as respostas estratégicas do Agente Estrategista, o agente consolida o objeto final de resultados (`relatorio_final`). Esse objeto contém os problemas identificados, as oportunidades e as `recomendacoes_estrategicas` geradas pela consulta ao RAG. O conteúdo consolidado é então utilizado pelo Agente Tradutor para gerar o relatório final em *Markdown* ou PDF. O agente também é responsável por registrar erros e cancelar a análise caso haja falha de conexão com o LLM.

A atuação do Agente Analista tem um objetivo maior do que organizar dados: trazer o conhecimento coletado de diversas fontes de forma simplificada e acessível. Isto resolve o problema recorrente no contexto de *Big Data*, em que apenas uma fração dos dados é utilizada em decisões de negócio [1], em inteligência acionável. Em um cenário competitivo, as ferramentas de IA permitem a automação de processos complexos e a análise preditiva de comportamentos [2].

Esse agente utiliza o poder de raciocínio do LLM para consolidar os dados brutos e as hipóteses do usuário, fornecendo um diagnóstico que serve de base para a etapa prescritiva do RAG. A capacidade de detectar padrões invisíveis ao olho humano [1] oferece aos profissionais de *marketing* uma vantagem estratégica. Ao sintetizar os *insights* coletados dos diferentes canais (como o SEO obtido pelo Agente Arquiteto e os dados de publicidade coletados pelo Meta), o Agente Analista garante que o sistema não apenas colete métricas, mas também produza um Plano de Ação Estratégico totalmente contextualizado e alinhado às necessidades reais das PMEs.

3.5. Agente Estrategista (RAG)

O Agente Estrategista é o componente do sistema responsável por fornecer a inteligência estratégica e prescritiva, gerando a seção do Plano de Ação Estratégico do relatório final. Diferentemente dos Agentes Coletores, ele não atua na extração de dados brutos nem na análise quantitativa primária; sua responsabilidade é transformar o diagnóstico técnico em *insights* qualitativos, prescritivos e contextualizados em linguagem natural [5].

- **Mecanismo e Função Principal:**

O agente utiliza a técnica de RAG. No contexto deste sistema, o RAG opera exclusivamente sobre uma base de conhecimento curada composta por *frameworks* e melhores práticas de *marketing digital*, incluindo materiais de fontes

especializadas como *ActiveCampaign*, *Ahrefs* e *Hubspot*. As cinco perguntas investigativas geradas pelo Agente Analista funcionam como a entrada do RAG, que consulta essa base para formular recomendações fundamentadas. Essa abordagem reduz significativamente o risco de respostas genéricas ou imprecisas, garantindo relevância estratégica e confiabilidade [2].

- **Fundamento Técnico: *Embeddings* e Busca Semântica:**

A funcionalidade do RAG é possibilitada pela técnica de *Embedding*, que converte textos em vetores numéricos em um espaço multidimensional [7]. Tanto as perguntas estratégicas quanto os documentos da base de conhecimento são vetorizados, permitindo que o modelo realize buscas semânticas – identifica conteúdos relacionados por significado e contexto, e não apenas por palavras-chave. Essa capacidade é fundamental para que o sistema localize os documentos mais relevantes para cada necessidade estratégica do usuário. Para este projeto, o modelo de *embedding* utilizado é o *mistrallai/mistral-embed-2312*, acessado via OpenRouter, o qual fornece vetores de alta qualidade que ampliam a precisão das recomendações.

- **Base de Conhecimento Curada:**

A eficácia do Agente Estrategista depende diretamente da qualidade de sua base de conhecimento. Por isso, o RAG utiliza uma coleção curada composta por *frameworks*, guias, tutoriais e melhores práticas que abordam áreas essenciais do *marketing digital*. Essa base reúne materiais sobre Vídeo Marketing, Branding e Conteúdo Seriado, além de conteúdos especializados em PPC, *Google Ads*³ e *Facebook Ads*⁴, e ainda artigos de empresas consolidadas no mercado de Marketing Digital (como *ActiveCampaign*, *Ahrefs* e *Hubspot*). Essa curadoria garante que os *insights* gerados estejam alinhados ao conteúdo de alto padrão em *marketing digital*, refletindo práticas reais do mercado.

- **Saída Estratégica e Integração com os Demais Agentes:**

O Agente Estrategista retorna uma lista de recomendações estratégicas em linguagem natural, tais como “Ajuste de orçamento em tempo real”, “Criação de conteúdo especializado” ou “Estratégias de conteúdo para Instagram”. Essas recomendações são incorporadas pelo Agente Analista na chave *recomendacoes_estrategicas* do objeto de diagnóstico final. O resultado é um *Plano de Ação Estratégico* completamente alinhado ao diagnóstico técnico (por exemplo: tempo de carregamento lento, falta de concorrência em anúncios ou baixa profundidade de conteúdo), mas traduzido em passos práticos e acionáveis no relatório.

A eficácia do Agente Estrategista demonstra o potencial da IA para a análise preditiva, a automação de processos complexos e a transformação de dados de performance e de SEO em estratégias concretas de crescimento [2, 3].

³*Google Ads* é a plataforma de publicidade online do Google. Disponível em: <https://ads.google.com>

⁴*Facebook Ads* é a plataforma de publicidade online da Meta para a criação e o gerenciamento de anúncios em redes sociais. Disponível em: <https://www.facebook.com/business/ads>

3.6. Agente Tradutor (Geração do Relatório Final)

O Agente Tradutor é o agente final da cadeia de execução e é encarregado da fase de saída (output) do sistema, transformando o objeto de resultados interno altamente estruturado (JSON) em um relatório final em linguagem natural. Esta etapa é essencial para concretizar a inovação da arquitetura, que reside na capacidade de migrar do diagnóstico puramente quantitativo para a geração de *insights* qualitativos e prescritivos de forma comprehensível [5].

O Agente Tradutor, diferente dos demais, não é executado no fluxo do , mas sim após a conclusão da análise. O motivo é que este agente atua exclusivamente na conversão do resultado produzido pelo orquestrador em formatos mais facilmente interpretáveis. Além disso, ele cumpre o papel de prevenir erros de formatação. Como o orquestrador é executado em Python, sua saída é compatível com diferentes sistemas operacionais; porém, essa compatibilidade pode gerar divergências na forma como cada sistema interpreta caracteres especiais. Um problema comum é a corrupção de caracteres (conhecida como *Mojibake*), decorrente dessas variações entre sistemas.

Dois dos caracteres de controle de fim de linha que marcam o término de uma linha em texto são o *LF* (*Line, Feed*), padrão usado em sistemas *Unix* como Mac OS e Linux, e o *CRLF* (*Carriage, Return, Line, Feed*), padrão usado no Windows. Essa diferença de padrão pode causar problemas de compatibilidade, como em arquivos de texto, onde a sequência CRLF é obrigatória para separar cabeçalhos de corpo. Dessa forma, o código pode reagir de formas diferentes em um sistema Windows e em um sistema Unix. Para prevenir que o relatório contenha caracteres corrompidos (*Mojibake*), o Agente Tradutor surge como uma opção adicional de formatação para o conteúdo entregue.

Função e Processo de Geração: O agente recebe o objeto *relatorio_final* consolidado, que contém o diagnóstico técnico (como Meta descrição ausente ou Tempo de carregamento lento) e as recomendações estratégicas geradas pelo Agente Estrategista. Seu principal objetivo é converter essa informação em um documento final formatado, que inclui:

1. **Problemas Identificados:** diagnóstico das principais limitações técnicas e de conteúdo (ex.: conteúdo superficial com 205 palavras).
2. **Oportunidades em Anúncios:** identificação de cenários favoráveis no ambiente de publicidade digital (ex.: baixa concorrência em anúncios online).
3. **Plano de Ação Estratégico:** conjunto de recomendações prescritivas e fundamentadas geradas pelo Agente Estrategista.

Ao gerar esse relatório, o sistema oferece ao usuário um plano de ação completo que apoia diretamente a tomada de decisão para PMEs, reduzindo a limitação de clareza estratégica amplamente observada no mercado [2].

Entrega de Valor e Personalização: Em vez de apresentar listas estáticas de problemas, o Agente Tradutor formula o Plano de Ação Estratégico de forma coerente, com recomendações como “Otimização de SEO para Dermatologia em Brasília”

ou “Ajuste de Orçamento em Tempo Real”. Esse processo garante que o *output* seja um recurso prático e acionável, alinhado à necessidade de transformar análises preditivas complexas em direcionamentos concretos para a gestão de *marketing* [2].

4. Provas de Conceito

Para validar a abordagem proposta, foi conduzida uma validação preliminar por meio de uma prova de conceito (*Proof of Concept* – POC) como forma de demonstrar a viabilidade da solução, permitindo identificar limitações, testar hipóteses e mitigar riscos.

A POC foi conduzida por meio da aplicação do Sistema multiagente de Inteligência de *Marketing Digital* em dois cenários de negócios distintos, com o objetivo de validar a arquitetura modular na geração de planos de ação estratégicos. A execução completa, que envolve a coordenação do Orquestrador Principal, a execução de todos os Agentes Especialistas (Intérprete, Arquiteto, Coletor Meta, Analista, Estrategista) e a ação do Agente Tradutor, apresentou um tempo de execução entre 5 e 8 minutos em cada caso.

Para testar a eficácia do sistema, foram escolhidas duas empresas pertencentes a nichos distintos, para avaliar a capacidade do modelo de lidar com diferentes tipos de PMEs e contextos.

Para a execução e persistência do log do terminal, foi utilizado o comando Tee-Object do *PowerShell* no *Windows*, que salva o output do console em um documento de texto (.txt) em tempo real, permitindo que o relatório final formatado seja armazenado para análise posterior. No *Linux*, é possível obter o mesmo resultado usando o comando `tee`.



Figura 3. Soluções para a Clínica Harmonie, sugeridas pelo sistema de agentes.

4.1. Caso Harmonie Med (Nicho de Dermatologia)

O primeiro estudo de caso analisou uma clínica de dermatologia que buscava direcionamento para atrair mais clientes e definir um plano de ação prático, com interesse em melhorar o SEO e seu *marketing digital* em Brasília. Para isso, além de passar o site como url, foi definido que o termo de busca precisava incluir a palavra ‘Brasília’ para garantir que a concorrência analisada ocorresse na cidade-alvo.

Comando de Execução (Input): O comando utilizado foi:

```
python .\orquestrador_principal.py \
--url "https://www.harmoniemed.com.br/" \
--termo "clinica dermatologica brasilia" \
--prompt "A Harmonie é uma clínica dermatológica localizada em Brasília. Possuem um Instagram e fazem publicações de conteúdo, mas gostariam de avaliar outras estratégias com o intuito de atrair mais clientes. Embora melhorar o SEO seja algo que possuam interesse, a maior necessidade é de definir um plano de ação de marketing digital prático para aplicação." \
| Tee-Object -FilePath harmonie_log.txt
```

Valor Gerado (Output): o sistema concluiu a análise identificando quatro problemas críticos e uma oportunidade estratégica:

- Problemas Críticos Identificados: falhas de *SEO On-Page* (Meta descrição ausente e ausência de tag H1), conteúdo superficial (apenas 205 palavras) e tempo de carregamento lento (8.69s).
- Oportunidade Estratégica: baixa concorrência em anúncios online, representando uma oportunidade de alto potencial para a clínica se destacar.
- Plano de Ação: O Agente Estrategista gerou recomendações prescritivas, incluindo otimização de SEO, estratégias de conteúdo para Instagram e campanhas publicitárias segmentadas para aproveitar a baixa concorrência. A [3](#) demonstra o plano de ação sugerido pelo agente.

4.2. Caso Prolaje (Nicho de Construção Civil)

O segundo caso avaliou uma empresa de lajes pré-moldadas que buscava melhorar o *branding* e atrair mais clientes, após o baixo desempenho obtido com uma agência de *marketing* anterior. Diferentemente do caso anterior, cujo foco era regional, o objetivo aqui era avaliar a presença de lojas e empresas do ramo de lajes pré-moldadas no digital.

Comando de Execução (Input):

```
python .\orquestrador_principal.py \
--url "https://www.prolaje.com.br" \
--termo "lajes pré-moldadas" \
--prompt "Querem um direcionamento do que melhorar no marketing digital para aumentar branding e conseguir mais clientes" \
| Tee-Object -FilePath prolaje_completo.txt
```

Valor Gerado (Output): • Problema Crítico Identificado: Tempo de carregamento lento (8.14s), com impacto negativo na experiência do usuário e no SEO.

- Plano de Ação: O sistema recomendou otimizações de performance, estratégias de sinergia entre canais, análise de palavras-chave entre SEO e mídia paga, ajustes de orçamento em tempo real e melhorias de experiência do usuário. Também forneceu insumos para que o cliente questionasse sua agência sobre alinhamento estratégico. A introdução do relatório gerado pode ser vista na [Figura 4](#).

RELATÓRIO DE MARKETING DIGITAL

1. RESUMO EXECUTIVO

A análise de marketing digital para a Prolaje foi concluída com sucesso, revelando um problema crítico de performance e identificando múltiplas oportunidades estratégicas para melhoria. O problema principal identificado foi o tempo de carregamento lento do site, registrado em 8.14 segundos, o que é considerado alto e prejudicial à experiência do usuário e ao desempenho em SEO. Apesar de não terem sido identificadas oportunidades diretas, foram geradas cinco recomendações estratégicas visando otimizar a presença digital da Prolaje.

2. PROBLEMAS IDENTIFICADOS

- **Performance:** O principal problema identificado é o tempo de carregamento lento do site, com uma média de 8.14 segundos. Isso é considerado uma prioridade alta, pois afeta negativamente a experiência do usuário, aumenta a taxa de rejeição e prejudica o posicionamento nos motores de busca.

3. OPORTUNIDADES

Nenhuma oportunidade específica foi identificada na análise inicial. No entanto, as recomendações estratégicas subsequentes destacam áreas

Figura 4. Trecho do relatório gerado para Prolaje

5. Próximos Passos e Evoluções Planejadas

A partir dos resultados obtidos e das limitações observadas durante a execução dos estudos de caso, alguns avanços naturais se destacam para o aprimoramento do sistema. Esses pontos não representam falhas estruturais, mas representam oportunidades para a robustez, a autonomia e o valor prático da arquitetura.

1. Integração do Agente Tradutor ao Fluxo Principal

Atualmente, o Agente Tradutor atua fora do pipeline do Orquestrador, funcionando apenas na etapa final para converter o objeto estruturado em texto. Embora essa abordagem permita independência e evite problemas de *encoding*, a integração direta da lógica de formatação ao ou ao próprio Agente Analista poderia promover maior consistência ao fluxo de execução. Essa modificação eliminaria redundâncias, reduziria o número de chamadas externas e garantiria maior estabilidade no processo de saída.

2. Expansão e Refinamento da Base de Conhecimento (RAG)

O desempenho do Agente Estrategista está diretamente ligado à qualidade da base de conhecimento utilizada pelo mecanismo de RAG. Uma evolução

natural consiste em ampliar esse repositório com novos referenciais estratégicos, especialmente temas emergentes como inteligência artificial aplicada, inteligência artificial explicável (*xAI*) e tendências de comportamento digital. Além disso, o sistema se beneficiaria de maior rigor na governança desses dados, garantindo transparência, rastreabilidade e redução de vieses no processo de recuperação de conteúdo [7].

3. Desenvolvimento de Novos Agentes Especialistas

A modularidade da arquitetura permite expandir sua atuação com agentes direcionados a tarefas específicas que hoje dependem de execução manual, como um agente dedicado à geração de conteúdos sugestivos (títulos, legendas, roteiros e ideias para campanhas) ou um agente de realizar testes A/B e otimização contínua, capaz de formular hipóteses, monitorar resultados e sugerir ajustes automáticos em campanhas digitais. A criação desses módulos aumentaria a autonomia do sistema e aproximaria a ferramenta de um ambiente de *marketing* automatizado e responsável.

4. Validação Ampliada em Outros Contextos Regionais e Culturais

Como os estudos de caso envolveram negócios com localizações e nichos específicos, uma etapa importante consiste em testar o sistema em novos contextos geográficos e de mercado. Mercados sub-representados, como cidades de médio porte ou setores altamente específicos, podem revelar necessidades distintas e oferecer insumos valiosos para ajustar a arquitetura às variações culturais, comportamentais e competitivas.

A implementação dessas medidas deve contribuir para um fluxo mais sólido, considerando uma base de conhecimento mais abrangente e uma capacidade ainda maior de apoiar profissionais no processo decisório orientado a dados.



Figura 5. O fluxo do projeto permite, a partir de uma entrada simples, que o usuário receba relatórios personalizados a sua necessidade

6. Conclusões

O desenvolvimento do *Sistema multiagente de Inteligência de Marketing Digital* confirmou o potencial da Inteligência Artificial para transformar a prática de *marketing*. A

arquitetura multiagente, coordenada pelo *Orquestrador Principal*, demonstrou eficiência na execução sequencial de tarefas e na consolidação de dados de diferentes domínios (SEO, Conteúdo, Publicidade e Estratégia), resultando em um diagnóstico unificado. O custo por execução foi inferior a cinquenta centavos de dólar, provando ser um sistema acessível a baixos investimentos. As principais conclusões são:

1. **Validação da Arquitetura:** o sistema demonstrou capacidade de automatizar processos complexos, como coleta de dados de *SEO On-Page* e mapeamento de concorrência, transformando grandes volumes de dados em inteligência acionável. A disponibilidade de relatórios com todos os dados e também relatórios já tratados e adaptados para melhor leitura também auxilia no suporte de diferentes necessidades de uso do sistema, permitindo flexibilidade ao usuário. Assim sendo, a estrutura do sistema permite que o usuário receba rapidamente um relatório conciso e de acordo com suas necessidades com uma entrada simples, conforme demonstrado na Figura 5.
2. **Raciocínio Prescritivo:** a integração do mecanismo RAG no Agente Estrategista permitiu que as recomendações estratégicas fossem fundamentadas em uma base de conhecimento curada, fornecendo um Plano de Ação Estratégico prático — aspecto essencial para PMEs que buscam clareza e direcionamento [2]. Possuir uma base fortemente documentada auxilia o modelo a performar melhor com base nas fontes disponibilizadas, garantindo um relatório melhor embasado e uma proposta mais assertiva [7].
3. **Eficiência e Velocidade:** o tempo médio de execução de 5 a 8 minutos valida a eficiência do sistema ao automatizar análises que exigiriam horas de trabalho manual.
4. **Identificação de Necessidades:** a aplicação nos estudos de caso revelou problemas reais (como ausência de Meta descrição e lentidão no carregamento) e oportunidades concretas (como baixa concorrência em anúncios), fornecendo subsídios para decisões mais informadas.

O desenvolvimento e validação deste sistema multiagente confirmaram que a IA desempenha um papel crucial na transformação do marketing contemporâneo [2, 6]. A arquitetura modular demonstrou ser capaz de automatizar o ciclo completo de diagnóstico, desde a ingestão de dados brutos até o raciocínio estratégico. Ao converter o excesso de *Big Data*, um desafio em que apenas uma pequena percentagem dos dados disponíveis é analisada e utilizada para tomar decisões de negócio, em inteligência acionável, o sistema não apenas cumpre as expectativas de eficiência e velocidade, mas também eleva a análise de mercado a um nível preditivo e prescritivo [2, 1].

Essa capacidade, impulsionada pelo mecanismo RAG do Agente Estrategista, permite a formulação de um Plano de Ação Estratégico totalmente contextualizado e adaptado às necessidades reais da PME, resolvendo o problema de falta de clareza e direcionamento estratégico no mercado [2, 5]. A automação de processos complexos, como a otimização contínua de estratégias publicitárias e o aumento das taxas de engajamento, é o principal benefício proporcionado pelo sistema [2].

No entanto, o verdadeiro sucesso e a sustentabilidade da IA no *marketing digital* dependem da sua implementação responsável e equilibrada. Embora as ferramentas de IA

ofereçam personalização mais profunda e automação de processos complexos, a pesquisa ressalta a necessidade de um equilíbrio cuidadoso com as preocupações éticas e legais, como a privacidade de dados, em linha com regulamentações como a LGPD [2, 5].

As organizações que conseguirem integrar a IA de maneira ética e estratégica, mantendo o foco na experiência do consumidor, estarão mais bem posicionadas para liderar o mercado digital brasileiro. O sistema aqui demonstrado serve como um poderoso catalisador, liberando os profissionais de marketing das tarefas rudimentares [3] para que possam se dedicar à criatividade, à comunicação autêntica e envolvente, e à interpretação das nuances culturais, fortalecendo a confiança dos consumidores na era digital [2].

Referências

- [1] D. F. A. Tomás, “Inteligência artificial: o próximo passo para uma revolução no marketing digital,” Master’s thesis, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, 2020.
- [2] G. d. A. Pedroso, “O uso de IA no desenvolvimento de campanhas de marketing no Brasil,” 2024.
- [3] D. S. Teixeira, “Inteligência Artificial Aplicada à Pesquisa de Mercado e Comunicação,” Master’s thesis, Universidade de São Paulo, 2019.
- [4] S. Alavi, “Marketing Automation Through Decentralized AI Agents: A Blockchain-Based Paradigm Shift,” *Social Science Research Network*, 2024.
- [5] P. Santos and J. Dias, “Marketing digital e ia: tendências e aplicações na produção científica,” in *SINGEP/CIK*, 2025.
- [6] B. C. O. Chiesa, “Inteligência Artificial: um estudo sobre aplicações no marketing digital,” 2023.
- [7] P. Lewis, E. Perez, A. Piktus, F. Petroni, V. Karpukhin, N. Goyal, H. Küttler, M. Lewis, W.-t. Yih, T. Rocktäschel, S. Riedel, and D. Kiela, “Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks,” in *Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems*, NIPS ’20, (Red Hook, NY, USA), Curran Associates Inc., 2020.
- [8] S. Ali, T. Abuhmed, S. El-Sappagh, K. Muhammad, J. M. Alonso-Moral, R. Confalonieri, R. Guidotti, J. Del Ser, N. Díaz-Rodríguez, and F. Herrera, “Explainable Artificial Intelligence (XAI): What we know and what is left to attain Trustworthy Artificial Intelligence,” *Information Fusion*, vol. 99, p. 101805, 2023.
- [9] A. Stockl and J. Nitu, “Are ai agents interacting with online ads?,” *arXiv*, 2025.
- [10] McKinsey & Company, “Ai agents: The next frontier of generative ai,” tech. rep., McKinsey & Company, 2024.
- [11] M. S. de Boni, “Inteligência Artificial no campo do marketing digital: mapeando tendências de pesquisa,” 2025.