

Uso de Gêmeos Digitais, BIM, Inteligência Artificial e tecnologias de geomática para Desafio de Inovação para Fiscalização Remota de Obras de Pavimentação Urbana para o Tribunal de Contas da União

Para o Tribunal de Contas da União - TCU
Secretaria Geral da Presidência
Secretaria de Tecnologia da Informação e Evolução Digital

Somos a AUTOMAGEO Tecnologia da Informação e Geomática Ltda e estamos há 28 anos no mercado atendendo demandas tecnológicas de empresas privadas e também de prefeituras municipais. Criamos diversas startups (Spin-offs e Joint Ventures), vários softwares inovadores e conduzimos dezenas de projetos de P&D em áreas diversas como de Metrologia, Fotogrametria, Veículos Aéreos Não Tripulados, BI, Big Data, Realidade Virtual e Aumentada, Visão Computacional, Inteligência Artificial, Digital Twin, GIS e BIM.

Sempre fomos apaixonados por inovação e tecnologia, desenvolvendo software, técnicas e métodos inteligentes e automatizados para captação, processamento e análise de dados e de imagens. Agora, novamente, estamos sendo pioneiros, inovando na aplicação de tecnologias de Gêmeos Digitais Inteligentes, Dinâmicos e Preditivos. Criamos uma plataforma inédita de serviços web, focada em Digital Twin, BIM Reverso, Geomática e na Interpretação de Imagens com IA.

Somos uma startup premiada e já reconhecida por nossa atuação no campo das Cidades Inteligentes (Citytechs). Estamos implantando soluções inovadoras de Digital Twin em diversas prefeituras. Fazemos parte do Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR RIO) e do Sandbox de Cidades Inteligentes, Smart Vitrine, mantido pelo PTI na cidade de Foz do Iguaçu – PR. Temos como clientes também a Prefeitura Municipal de Guaraniaçu - PR, Prefeitura Municipal de Ibaté - SP, a Prefeitura Municipal de Presidente Prudente - SP e a COELBA, em Salvador - BA, com um projeto inovador de Digital Twin voltado à identificação e redução de Perdas Não-Técnicas de energia elétrica, atendendo demandas do grupo Iberdrola / Neoenergia.

Índice

1. Introdução

- 1.1 Contexto do Projeto
- 1.2 Necessidade de Inovação na Fiscalização de Obras Públicas
- 1.3 Descrição da Solução Inovadora
 - 1.3.1 Inovação
 - 1.3.2 Métodos de Inspeção
 - 1.3.3 Pipeline
 - 1.3.4 Integração
 - 1.3.5 Geoprocessamento
 - 1.3.6 Abrangência e detalhamento da solução para os 24 riscos/análises
 - 1.3.7 Tempestividade
 - 1.3.8 Escala
 - 1.3.9 Escalabilidade
 - 1.3.10 Maturidade Tecnológica
 - 1.3.11 Tempo de desenvolvimento
 - 1.3.12 Testes

2. Demonstração em Vídeo

- 2.1 Links dos Vídeos

3. Modelo de Negócios

- 3.1 Composição e qualificação da equipe ágil que se dedicará ao Desafio
- 3.2 Aspectos gerais de como a solução seria comercializada à Contratante em caso de eventual fornecimento
- 3.3 Criação de Empregos
- 3.4 Promoção da Sustentabilidade
- 3.5 Impacto Social

4. Identificação e gestão dos riscos do Projeto

6. Sobre a Propriedade Intelectual e Direitos de Comercialização

7. Conclusão

1. Introdução

1.1 Contexto do Projeto

O Tribunal de Contas da União (TCU) tem enfrentado desafios crescentes na fiscalização de obras públicas, especialmente aquelas relacionadas à pavimentação urbana e execução de estradas vicinais. A natureza dispersa e a vasta quantidade dessas obras exigem uma abordagem inovadora que transcenda os métodos tradicionais de fiscalização, que frequentemente são limitados pela necessidade de deslocamentos e verificações in loco. Portanto a necessidade do TCU é uma solução que entregue uma fiscalização periódica, tempestiva e em larga escala de obras de calçamento e pavimentação urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas.

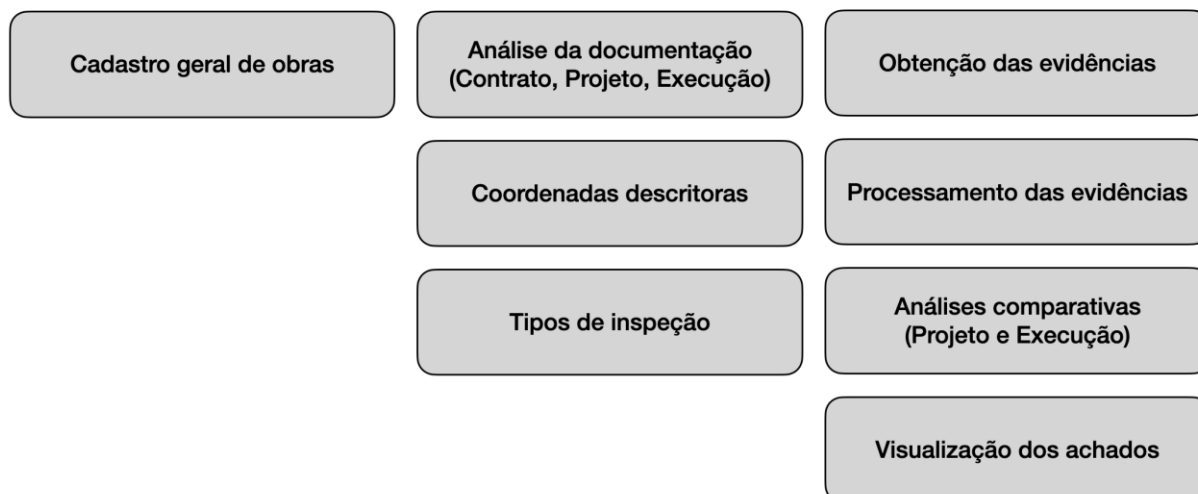
1.2 Necessidade de Inovação na Fiscalização de Obras Públicas

A fiscalização eficaz dessas obras é crucial para garantir a correta aplicação dos fundos públicos e para prevenir irregularidades e desvios. Contudo, a abordagem convencional enfrenta limitações significativas em termos de alcance, tempo e custo, conforme descrito no seu contexto acima, especialmente em um país de dimensões continentais como o Brasil, onde muitas obras são realizadas em locais remotos ou de difícil acesso.

1.3 Descrição da Solução Inovadora

A Automageo é uma startup criada em dezembro de 2022 com uma solução SaaS do tipo plataforma web voltada a Fiscalização, Inspeção e Gestão de Ativos com tecnologias de IA, Gêmeos Digitais Preditivos e BIM Reverso. Essa plataforma é aplicável a diversas áreas de mercado público e privado, com diferentes níveis de maturidade, variando de TRL 5 ao 9. No TRL 9 a Automageo atende demandas de: a) fiscalização urbana para prefeituras municipais que precisam atualizar seu cadastro territorial imobiliário e multifinalitário (visando atendimento da Portaria 511/2009 do Ministério das Cidades); b) monitoramento periódico de redes elétricas de baixa e alta tensão; c) inspeção de ativos de telecomunicações; d) Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais para Defesa Civil; e) Monitoramento periódico de obras de construção.

Painel de Acompanhamento de Obras



A Solução aqui proposta consiste em um sistema composto por diversos componentes de software, que operam em ambiente servidor (datacenter), web, mobile e também de desktop, sendo o principal, o aplicativo web que se chama “Painel de Acompanhamento de Obras”. A partir deste Painel, os demais componentes da solução serão integrados e ficarão acessíveis. A Figura acima ilustra os módulos e principais funções da Plataforma Automageo já customizada para o TCU:

Cada um dos blocos acima corresponderá a uma opção de menu em nossa Plataforma Web e terá uma ou mais telas (tipo formulário) com dezenas de campos de cadastro e diversos botões de função. Os blocos intitulados “Análise da documentação”, “Processamento das evidências” e “Análises comparativas” utilizarão diversos algoritmos de processamento de imagem com Inteligência Artificial. Utilizaremos algoritmos próprios (exclusivos) e também API de GPT 4o (Vision) para interpretar imagens e documentos de entrada (Contratos, Projetos, Cronogramas e Apontamentos de Execução) em formatos diversos, tais como PDF, JPG, TIF, DWG, DXF, SHP, IFC, etc.

1.3.1 Inovação

A solução da Automageo é inovadora conforme definido pelo art. 13 da LC 182/2021 e art. 2º inciso IV da Lei 10.973/2004, pois incorpora tecnologias emergentes de IA, Gêmeos Digitais Preditivos e BIM Reverso em uma plataforma SaaS que oferece um método distinto de fiscalização e gestão de ativos. Essas tecnologias permitem uma abordagem preditiva e adaptativa na manutenção e monitoramento de infraestruturas, posicionando-se além das práticas tradicionais no mercado.

1.3.2 Métodos de Inspeção

Usaremos dados de sensoriamento remoto e imagens orbitais (fotos obtidas por satélite), sempre que estiverem disponíveis, sem nuvens sobre os locais de interesse, forem de datas recentes e tiverem qualidade suficiente para o processamento automático de imagens com IA. Usaremos, preferencialmente, drones para a coleta de imagens. A operação dos drones será conduzida por profissionais certificados da Automageo, que estão distribuídos por todo o território brasileiro. A certificação desses profissionais é realizada por meio de Educação a Distância (EAD), que inclui videoaulas e utiliza nossa plataforma web para avaliar a qualidade dos trabalhos realizados à distância.

Para fazer parte de nossa rede de profissionais, é necessário que o indivíduo possua um drone compatível com os requisitos da nossa operação. Há também uma modalidade de teleoperação do sistema, na qual a Automageo envia um kit ao profissional remoto, contendo um drone, cartões de memória, baterias e acessórios necessários para a execução da inspeção. Esta opção é particularmente útil quando não é possível encontrar um profissional que já possua os equipamentos adequados para a missão de inspeção.

Todo o processamento de dados, análise, comparações de resultados e a entrega ao Tribunal de Contas da União (TCU) são realizados em nosso datacenter central, que é acessível por meio de um ambiente web.

1.3.3 Pipeline

A solução funciona com o seguinte pipeline:

- 1) Localização geográfica e cadastro das áreas de interesse onde resolve na demanda de inspeção as seguintes tarefas, **a) Obtenção do projeto de cada obra, b) Extração das coordenadas descritoras da obra, c) Tipos de inspeção;**
- 2) Planejamento de inspeção, fiscalização e monitoramento periódico;
- 3) Gerenciamento e capacitação da rede de operadores distribuídos;
- 4) Geração de planos de voo com drones e coleta de imagens aéreas onde resolve na demanda de inspeção a seguinte tarefa, **d) Obtenção de evidências;**
- 5) Transferência de imagens;
- 6) Processamento Inteligente onde resolve na demanda de inspeção as seguintes tarefas, **e) Processamento das evidências, f) Comparação das evidências com o projeto, g) Comparação das evidências com os dados de execução;**
- 7) Gerador de resultados analíticos onde resolve na demanda de inspeção as seguintes tarefas, **h) Descoberta de achados: potenciais inconsistências, irregularidades ou qualidade abaixo do esperado, i) Apresentação dos achados;**

8) APIs de integração externa, onde resolve na demanda de inspeção as seguintes tarefas, **h) Descoberta de achados: potenciais inconsistências, irregularidades ou qualidade abaixo do esperado, i) Apresentação dos achados.**

Especificamente para as demandas deste edital, a plataforma não necessita nenhuma alteração em seu pipeline original, mas apenas a customização e treinamento de algoritmos de IA especializados em cada um dos 24 fatores de risco de camadas que deverão ser analisados e reportados para o TCU.

1.3.4 Integração

A solução se integrará aos sistemas existentes por meio de APIs REST, facilitando a importação de dados de obras e a exportação de resultados de inspeções. Também se conectará a serviços de nuvem para escalabilidade no processamento de grandes volumes de dados.

1.3.5 Geoprocessamento

A plataforma da Automageo cria planos de voo para a descoberta e geolocalização, bem como para o detalhamento das evidências coletadas durante as inspeções.

Planos de Voo para Descoberta/Geolocalização:

Os voos de descoberta e geolocalização são realizados a uma altura de voo de 120 metros acima do solo e em alta velocidade, com uma média de 54 km/h em 20 minutos de voo. Essa configuração permite cobrir entre 9 e 18 km de distância linear.

Esses voos são definidos em endereços aproximados da obra, sem a necessidade de especificar coordenadas precisas inicialmente. Isso é vital, pois nem sempre as coordenadas exatas das obras estão disponíveis nos metadados de entrada.

A partir do pré-processamento das imagens coletadas, a plataforma consegue geolocalizar com precisão a delimitação da obra, determinando sua área exata e características macroscópicas com uma resolução de pixel de 5 cm.

Esta capacidade também permite a geração de diversas análises das 24 categorias de **Camadas de Risco** propostas no desafio do TCU.

Planos de Voo para Detalhamento de Evidências:

Caso seja necessário um maior detalhamento fotográfico dos achados para produção de evidências de melhor resolução, a plataforma programará planos de voo em alturas e velocidades menores. Essa abordagem facilita o detalhamento dos objetos de interesse com uma resolução de até 1 milímetro.

Em ambos os tipos de inspeção (georreferenciamento e detalhamento), as imagens coletadas são transformadas em modelos 3D com nuvens de pontos, em Digital Twin e modelo BIM (Reverso).

Com os voos de descoberta/geolocalização, o posicionamento geográfico pode ter incertezas de até 10 centímetros em latitude e longitude e até 1 metro em altitude do nível do mar.

Com os voos de detalhamento, as incertezas no posicionamento geográfico podem ser reduzidas para apenas 1 milímetro.

Essa abordagem estruturada e tecnologicamente avançada permite que a plataforma ofereça inspeções precisas e detalhadas, adequadas para uma ampla gama de requisitos de fiscalização e análise de risco, conforme demandado pelo TCU.

1.3.6 Abrangência e detalhamento da solução para os 24 riscos/análises

RISCO/ANÁLISES 1: SOLUÇÃO PROPOSTA

A Plataforma Automageo utiliza uma combinação de análise documental com IA e reconhecimento avançado de imagem para verificar a existência da obra. Inicialmente, a documentação existente da obra, como projetos, cronogramas e contratos, é carregada e analisada usando algoritmos de IA para confirmar as declarações oficiais e identificar discrepâncias. Paralelamente, são realizados voos de drone sobre o local especificado. Os voos de descoberta com resolução de 5cm permitem capturar imagens ortogonais amplas do local. Se a obra existir fisicamente, as imagens fornecerão uma representação visual clara que pode ser diretamente comparada com as descrições e especificações nos documentos do projeto. Esta abordagem dual assegura uma verificação robusta da existência real da obra, minimizando o risco de registros fictícios e fornecendo evidências concretas de sua presença ou ausência.

RISCO/ANÁLISES 2: SOLUÇÃO PROPOSTA

A Plataforma Automageo garante a verificação precisa do local da obra utilizando uma metodologia integrada de georreferenciamento e análise de imagens. Inicialmente, analisamos a documentação disponível para extrair as coordenadas geográficas e outros descritores de localização mencionados. Posteriormente, empregamos voos de drone de descoberta para capturar imagens abrangentes do local especificado. As imagens são processadas usando técnicas fotogramétricas avançadas e análise de IA para confirmar a localização geográfica precisa, comparando-a com as coordenadas e informações extraídas dos documentos do projeto.

Este processo não só verifica a localização conforme documentada, mas também identifica discrepâncias, como obras realizadas em locais diferentes dos previstos. Ao sobrepor os dados de imagem com as informações do projeto, a plataforma é capaz de destacar e documentar quaisquer

desvios, fornecendo evidências claras e precisas que confirmam ou contestam a localização real da obra. Assim, reduzimos significativamente o risco de incongruências entre o local documentado e o local real de execução da obra.

RISCO/ANÁLISES 3: SOLUÇÃO PROPOSTA

A Plataforma Automageo aborda a verificação das dimensões e quantidades de componentes da obra por meio de uma integração sofisticada de voos de drone e processamento inteligente de imagens. Utilizando voos de descoberta para obter uma visão geral e voos de detalhamento para capturas específicas, a plataforma coleta imagens de alta resolução que permitem uma medição precisa.

Primeiramente, os drones realizam voos de detalhamento sobre a obra, capturando imagens com resolução de até 1 milímetro, permitindo a identificação detalhada de características como largura de ruas, comprimento de trechos, largura de sarjetas e quantidade de bocas de lobo. Essas imagens são então processadas usando técnicas fotogramétricas e análise de IA, que transformam as imagens em modelos 3D e nuvens de pontos para medir exatamente cada elemento.

Os dados obtidos são comparados com as especificações do projeto para verificar se as dimensões e quantidades estão conforme o planejado. Se as dimensões ou quantidades estiverem abaixo do especificado, a plataforma identifica essas discrepâncias e gera relatórios detalhados com as evidências coletadas. Isso não só assegura a conformidade com os padrões de projeto, mas também protege contra o risco de execução de obras com materiais ou dimensões inferiores aos requeridos.

RISCO/ANÁLISES 4: SOLUÇÃO PROPOSTA

Utilizaremos drones para realizar voos de descoberta e detalhamento sobre o local da obra. As imagens capturadas são analisadas em tempo real por nossa IA para verificar a presença de materiais, equipamentos e trabalhadores, confirmando se a obra está efetivamente em andamento ou paralisada. Este método proporciona uma verificação rápida e precisa, evitando registros fictícios de execução.

RISCO/ANÁLISES 5: SOLUÇÃO PROPOSTA

Nossos drones realizarão voos detalhados para capturar imagens específicas da área da obra. Através de análise fotogramétrica e de IA, verificaremos a presença ou ausência de meio-fio conforme

especificado nos planos de projeto. Isso permite confirmar se as características projetadas estão sendo implementadas corretamente no local.

RISCO/ANÁLISES 6: SOLUÇÃO PROPOSTA

Voos de descoberta e detalhamento serão realizados para obter imagens detalhadas das áreas de calçada. O processamento das imagens via IA permitirá verificar se a calçada foi construída conforme o projeto. Esta análise ajuda a garantir que todos os elementos da construção estejam presentes e corretos.

RISCO/ANÁLISES 7: SOLUÇÃO PROPOSTA

Os drones capturarão imagens da infraestrutura de drenagem pluvial. Com a ajuda de algoritmos de IA e processamento fotogramétrico, compararemos a estrutura existente com o que está especificado no projeto para identificar qualquer discrepância ou ausência de componentes críticos como sarjetas.

RISCO/ANÁLISES 8: SOLUÇÃO PROPOSTA

Através de análises de imagem pré e pós-obra, determinaremos se já existia alguma pavimentação antes da obra. Esta informação ajuda a evitar o desperdício de recursos e a identificar casos de superfaturamento, assegurando que novas pavimentações sejam justificadas.

RISCO/ANÁLISES 9: SOLUÇÃO PROPOSTA

A qualidade do pavimento será avaliada através de imagens de alta resolução capturadas pelos drones. A análise detalhada permitirá identificar falhas como buracos, trincas e afundamentos, garantindo que a pavimentação atenda às especificações de qualidade e durabilidade.

RISCO/ANÁLISES 10: SOLUÇÃO PROPOSTA

Imagens e análises pós-obra verificarão se a via foi liberada para uso público, se a área foi devidamente limpa e se danos causados durante a obra foram corrigidos. Esta inspeção assegura que o projeto deixou a infraestrutura em condições adequadas para utilização imediata pela comunidade.

RISCO/ANÁLISES 11: SOLUÇÃO PROPOSTA

Nossos drones capturam imagens detalhadas dos materiais e serviços em execução na obra. Análises de IA identificarão os tipos de materiais e serviços sendo utilizados e compararão com as especificações do projeto. Esta abordagem ajuda a garantir a conformidade com os materiais e métodos aprovados, evitando o uso de substitutos inadequados ou de menor qualidade.

RISCO/ANÁLISES 12: SOLUÇÃO PROPOSTA

Nossa plataforma emprega análises de IA para determinar o percentual de execução da obra a partir de imagens aéreas e dados projetuais. Com voos de drone regulares que capturam o avanço das seções críticas como pavimento, calçada e meio fio, comparamos o estado atual com o planejado no cronograma. Isso permite identificar discrepâncias entre o percentual executado e o faturado, garantindo transparência e conformidade financeira.

RISCO/ANÁLISES 13: SOLUÇÃO PROPOSTA

Utilizamos georreferenciamento avançado para localizar as jazidas usadas nos projetos. As imagens capturadas por drones são analisadas para confirmar as coordenadas geográficas das jazidas e sua proximidade à obra. Caso haja divergências entre as jazidas especificadas e as utilizadas, a plataforma alerta para possíveis riscos de não conformidade com os padrões do projeto.

RISCO/ANÁLISES 14: SOLUÇÃO PROPOSTA

A verificação da localização correta da pavimentação é realizada através de imagens de alta resolução e dados de geolocalização. Comparamos essas informações com as especificações do projeto para assegurar que a pavimentação está sendo realizada exatamente onde foi planejada, mitigando o risco de desvios e garantindo a adequação ao projeto original.

RISCO/ANÁLISES 15: SOLUÇÃO PROPOSTA

Através de análise detalhada de imagens e modelos 3D gerados a partir de voos de drones, verificamos se a base e a sub-base estão conforme o local especificado no projeto. Esta inspeção

assegura que a infraestrutura crítica de pavimentação esteja sendo construída corretamente, evitando problemas futuros devido à localização ou execução inadequada.

RISCO/ANÁLISES 16: SOLUÇÃO PROPOSTA

Nossa plataforma analisa amostras de materiais capturadas visualmente por drones e compara essas informações com as especificações de material no projeto. A análise automatizada confirma se a base e a sub-base foram construídas com os materiais apropriados, identificando qualquer desvio que possa comprometer a durabilidade e a funcionalidade da pavimentação.

RISCO/ANÁLISES 17: SOLUÇÃO PROPOSTA

Utilizando drones para captura detalhada e análise de IA, medimos a espessura das camadas do pavimento, base e sub-base. As imagens de alta resolução permitem uma avaliação precisa que é comparada com as especificações do projeto para assegurar que todas as camadas atendam aos requisitos de espessura, minimizando o risco de redução na vida útil da obra devido a camadas inferiores ao especificado.

RISCO/ANÁLISES 18: SOLUÇÃO PROPOSTA

Realizamos voos de drone para obter imagens detalhadas da via, que são analisadas para verificar se as dimensões da pavimentação correspondem às especificações do projeto. Essa abordagem garante que a execução da pavimentação esteja em conformidade, evitando o risco de infraestruturas subdimensionadas.

RISCO/ANÁLISES 19: SOLUÇÃO PROPOSTA

A plataforma captura e analisa visualmente a execução atual da obra, comparando-a com o projeto para identificar quaisquer serviços previstos que não foram executados. Relatórios gerados por IA destacam qualquer discrepância, garantindo que todos os componentes do projeto sejam devidamente implementados.

RISCO/ANÁLISES 20: SOLUÇÃO PROPOSTA

Utilizamos análise de geolocalização para medir a Distância Média de Transporte entre as jazidas e a obra, comparando esses dados com o projeto. Ajustes são sugeridos se a DMT real divergir significativamente da planejada, garantindo conformidade e otimização logística.

RISCO/ANÁLISES 21: SOLUÇÃO PROPOSTA

Imagens de alta resolução dos materiais e equipamentos em uso são analisadas para verificar sua conformidade com as especificações do projeto e normas técnicas. Isso garante que todos os recursos utilizados na obra sejam apropriados e que não haja comprometimento da qualidade ou eficiência econômica.

RISCO/ANÁLISES 22: SOLUÇÃO PROPOSTA

Analisamos todos os serviços executados na obra, comparando-os com o orçamento e especificações originais. Se identificarmos serviços não previstos, a plataforma destaca essas adições para revisão e possível formalização de aditivos contratuais, garantindo a transparência e conformidade administrativa.

RISCO/ANÁLISES 23: SOLUÇÃO PROPOSTA

A Plataforma Automageo é projetada para garantir a implementação e verificação do controle tecnológico em obras, utilizando tecnologias avançadas para analisar e validar toda a documentação relacionada que seja carregada no sistema. Aqui estão os passos específicos que nossa solução adota para assegurar a conformidade com os requisitos de controle tecnológico:

- **Digitalização e Análise de Documentos:** Toda a documentação de controle tecnológico, incluindo laudos técnicos, memoriais descritivos, certificados de ensaio ou calibração e relatórios de testes, é digitalizada e carregada na plataforma em formatos como PDF. Nossa tecnologia de processamento de documentos com IA analisa esses arquivos para extrair informações críticas, verificando sua completude e precisão.
- **Verificação de Conformidade:** Utilizamos algoritmos de inteligência artificial para comparar os dados extraídos dos documentos com as especificações do projeto e as normas técnicas aplicáveis. Isso inclui a análise de resultados de ensaios e calibrações para garantir que todos os procedimentos de controle tecnológico estejam sendo executados conforme o previsto.

- **Alertas de Discrepância:** Se a análise indicar a inexecução de algum controle tecnológico previsto, ou se os resultados dos testes não estiverem em conformidade com os padrões exigidos, a plataforma gera alertas automáticos. Esses alertas são direcionados imediatamente aos gerentes de projeto e às equipes técnicas para ação corretiva, assegurando que as medidas de controle sejam prontamente implementadas ou revisadas.
- **Relatórios Detalhados:** A plataforma gera relatórios detalhados que documentam o status do controle tecnológico, incluindo todos os ensaios realizados, equipamentos utilizados, e profissionais envolvidos. Esses relatórios servem como uma base de registro definitiva para auditorias futuras e revisões de qualidade.
- **Acompanhamento Contínuo:** Além da análise inicial, a plataforma mantém um acompanhamento contínuo dos processos de controle tecnológico ao longo de toda a execução da obra, garantindo que qualquer desvio seja rapidamente identificado e corrigido.

Esta abordagem integrada não só fortalece a integridade estrutural e a conformidade regulatória da obra, mas também promove uma cultura de qualidade e responsabilidade entre todas as partes envolvidas no projeto.

RISCO/ANÁLISES 24: SOLUÇÃO PROPOSTA

A Plataforma Automageo implementa um sistema robusto de monitoramento do progresso das obras em tempo real para assegurar que a execução esteja alinhada com o cronograma físico-financeiro estabelecido. Utilizamos uma combinação de imagens de drones, processadas através de técnicas avançadas de fotogrametria e IA, para fornecer uma visão detalhada e atualizada do estágio de evolução da obra.

As seguintes etapas são adotadas para garantir a conformidade com o cronograma:

- **Monitoramento Contínuo:** Drones programados realizam voos periódicos sobre a obra para capturar imagens detalhadas, que são comparadas com os benchmarks de progresso esperados em cada fase do projeto.
- **Análise Detalhada:** As imagens obtidas são analisadas utilizando algoritmos de IA para identificar e quantificar os elementos construtivos presentes e compará-los com o cronograma de projeto. Essa análise ajuda a identificar desvios em tempo real.

- **Relatórios Automatizados:** A plataforma gera relatórios detalhados que incluem a comparação do progresso atual com o planejado, permitindo uma visão clara sobre quaisquer atrasos ou avanços na linha do tempo do projeto.
- **Alertas Proativos:** Em caso de detecção de atrasos ou outros problemas potenciais, a plataforma envia alertas automáticos para a equipe de gerenciamento do projeto, permitindo intervenções rápidas para corrigir o curso da obra conforme necessário.

Esta abordagem não apenas assegura uma fiscalização efetiva do andamento das obras, mas também fornece uma base confiável para a gestão do projeto, mitigando riscos de atrasos e garantindo que as entregas ocorram dentro do prazo estipulado, de acordo com o cronograma contratual.

1.3.7 Tempestividade

Nossa plataforma está projetada para oferecer uma resposta ágil às solicitações de inspeção, maximizando a eficiência operacional sob várias condições:

Resposta Rápida:

Em condições ideais, nossa plataforma tem o potencial de fornecer respostas dentro de 24 horas após a solicitação. Isso é possível se conseguirmos alocar imediatamente um operador de drone no local da obra demandada. A rapidez na resposta é facilitada pela ampla rede de operadores certificados que possuímos, distribuídos estrategicamente em diversas regiões, permitindo um rápido deslocamento para locais específicos.

Cenários Adversos:

No pior dos casos, quando enfrentamos condições adversas como a indisponibilidade de um operador para coleta imediata das imagens, condições climáticas desfavoráveis, ou locais de difícil acesso, ainda podemos assegurar que a inspeção seja concluída em no máximo 15 dias da solicitação. Este prazo estendido leva em conta a necessidade de superar os desafios logísticos e operacionais que podem atrasar o processo de inspeção.

Essas diretrizes de tempo de resposta garantem que, independentemente das circunstâncias, a plataforma possa cumprir com as exigências de tempo do projeto, proporcionando aos clientes a confiança de que suas necessidades de inspeção serão atendidas de maneira eficiente e eficaz.

1.3.8 Escala

Nossa plataforma é projetada para otimizar o processo de inspeção utilizando tecnologia avançada e uma abordagem distribuída, garantindo alta capacidade de escalabilidade em operações de campo:

Automatização e Distribuição:

Todo o processamento das inspeções é realizado de maneira automatizada, utilizando inteligência artificial (IA), o que permite a análise rápida e eficiente dos dados coletados. A coleta de dados é distribuída, sendo realizada por operadores de drones localizados diretamente nos locais demandados. Essa estratégia não só melhora a eficiência como também reduz o tempo necessário para iniciar e concluir as inspeções.

Capacidade de Simultaneidade:

Devido ao modelo de processamento automatizado e à coleta distribuída, não há um limite teórico para a simultaneidade das inspeções. Isso significa que, em tese, nossa capacidade de realizar inspeções simultâneas é extremamente elevada, possibilitando a cobertura de múltiplos locais ao mesmo tempo sem degradação na qualidade ou no desempenho do serviço.

Desafios Práticos de Escalabilidade:

Na prática, a disponibilidade de operadores certificados e prontos para atuar pode variar, o que pode influenciar nossa capacidade de realizar inspeções simultâneas em todos os locais de obras desejados. Embora a plataforma seja concebida para suportar um alto volume de operações simultâneas, a capacidade efetiva de escala pode ser impactada por fatores como a disponibilidade de operadores e condições específicas de cada local.

Concepção Orientada para Escalabilidade:

A plataforma é deliberadamente concebida para suportar operações em grande escala. Investimos continuamente na capacitação e certificação de operadores, além de aprimorar nossa tecnologia de IA, para maximizar a cobertura e a eficiência das inspeções realizadas sob qualquer condição operacional.

Essas características demonstram a robustez e a adaptabilidade da plataforma da Automageo, que está preparada para atender demandas crescentes e gerenciar desafios logísticos de maneira eficiente, assegurando que os serviços de inspeção possam ser escalados conforme necessário para atender às exigências do projeto e dos clientes.

1.3.9 Escalabilidade

Nossa solução já demonstrou sua eficácia e versatilidade em mais de 200 provas de conceito, abrangendo mais de 15 diferentes tipos de aplicação. Essa vasta experiência confirma a robustez e a adaptabilidade da nossa tecnologia e metodologia, especialmente em aplicações que utilizam Digital Twin e BIM Reverso combinados com imagens capturadas por drones.

Atualmente, aplicamos nossa tecnologia e metodologia nas seguintes áreas:

Fiscalização Urbana para Prefeituras Municipais:

Empregamos nossa solução para ajudar prefeituras municipais a atualizar seus cadastros territoriais imobiliários e multifinalitários. Este serviço é crucial para atender aos requisitos da Portaria 511/2009 do Ministério das Cidades, garantindo que os municípios possam gerenciar eficientemente seus territórios e recursos.

Monitoramento Periódico de Redes Elétricas de Baixa e Alta Tensão:

Realizamos monitoramento constante de infraestruturas de energia, tanto em baixa quanto em alta tensão, para detectar problemas e prevenir falhas que possam afetar o fornecimento de energia elétrica. A utilização de drones permite uma inspeção detalhada e acessível a áreas de difícil alcance.

Inspeção de Ativos de Telecomunicações:

Inspeções regulares de torres de telecomunicações e outras infraestruturas críticas são realizadas para garantir a integridade e a funcionalidade dos serviços de comunicação. Nossos drones capturam imagens de alta resolução que são analisadas para identificar potenciais problemas ou necessidades de manutenção.

Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais para Defesa Civil:

Nossa tecnologia é utilizada para gerenciar riscos de desastres naturais, oferecendo à Defesa Civil ferramentas valiosas para planejamento e resposta a emergências. Através de simulações e monitoramento contínuo, podemos prever e mitigar os impactos de eventos adversos.

Monitoramento Periódico de Obras de Construção:

Implementamos monitoramento regular de obras de construção para assegurar que todos os aspectos do projeto estão sendo executados conforme planejado. Isso inclui a verificação de conformidade com os desenhos técnicos e as especificações, além da avaliação do progresso geral do projeto.

Essas aplicações demonstram a eficácia e a flexibilidade de nossa solução, confirmando nosso compromisso em fornecer tecnologias avançadas que atendam às necessidades diversas de nossos clientes em múltiplos setores.

1.3.10 Maturidade Tecnológica

Já estamos em TRL 9 com aplicações contratadas de nossa solução nas seguintes áreas:

- a) fiscalização urbana para prefeituras municipais que precisam atualizar seu cadastro territorial imobiliário e multifinalitário (visando atendimento da Portaria 511/2009 do Ministério das Cidades);
- b) monitoramento periódico de redes elétricas de baixa e alta tensão;

- c) inspeção de ativos de telecomunicações;
- d) Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais para Defesa Civil;
- e) Monitoramento periódico de obras de construção.

No entanto, considerando que o desafio do TCU consiste em uma aplicação específica e diferente daquelas 5 acima elencadas, e considerando que teremos que desenvolver algoritmos de IA específicos para a detecção dos 24 tipos de risco / análises, podemos assumir que nossa solução se encontra no TRL 7 de maturidade no início deste desafio, indo para o TRL 9 ao final do desafio.

1.3.11 Tempo de desenvolvimento

Precisamos de 6 a 9 meses para concluir os objetivos de elevar nosso TRL de 7 para 9.

Considerando que teremos que desenvolver e treinar algoritmos de IA para analisar os 24 tipos de Camadas de Riscos do OBJETO do presente Desafio.

1.3.12 Testes

Com exceção dos 24 tipos de análises de risco que teremos que desenvolver, treinar redes neurais, validar e testar com inspeções reais em obras do TCU, todo o restante da plataforma já se encontra pronto para operação imediata (TRL 9). Então no nosso cronograma somente no primeiro mês não teremos nenhum teste ocorrendo em campo (inspeção de obras reais do TCU). Neste primeiro mês estaremos desenvolvendo, treinando e validando os primeiros algoritmos de IA para algumas das 24 Camadas de Riscos. A partir do segundo mês já poderemos aplicar a plataforma em obras reais, ao mesmo tempo em que continuamos capacitando a plataforma com outras análises de Camadas de Riscos. Até que, ao final dos 9 meses do desafio, teremos realizado 9 meses de desenvolvimento e 8 meses de testes.

2. Demonstração em Vídeo

2.1 Links dos Vídeos

Portfólio: demonstrar a experiência em ter prestado serviços em pelo menos duas das nove tarefas previstas para o Desafio TCU. Nos links de vídeo a seguir, demonstramos trabalhos que fizemos envolvendo a maioria das 9 atividades listadas abaixo:

1. Obtenção do projeto de cada obra.
2. Extração das coordenadas descritoras da obra.
3. Tipos de inspeção.

4. Obtenção de evidências.
5. Processamento das evidências.
6. Comparação das evidências com o projeto.
7. Comparação das evidências com os dados de execução.
8. Descoberta de achados: potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades.
9. Apresentação dos achados.
 - a) IPHAN - Museu Paranaense: fiscalização de patrimônio histórico para o IPHAN
<https://drive.google.com/file/d/13eEExYkeWLn6mO85XvQuHOCGNzaNRM6/view?usp=sharing>
 - b) PoC VIVO ACCENTURE
<https://youtu.be/Mr9L0qxfo7s>
 - b) Gêmeo Digital de uma Torre de Telecom: Fiscalização de ativos de telecomunicações para operadores de telefonia móvel
<https://youtu.be/mRfTg8Avjm4>
 - c) Inspeção de RISCO/ANÁLISESs de Trasmissão - Case da COPEL para a TREETECH
<https://drive.google.com/file/d/1-qQd-PMX0uZ9Pr4PwpJgg-3n2frHsumu/view?usp=sharing>
 - c) Pitch da Automageo de Predictive Digital Twin para área de Energia (imagens do Case EVOLTZ): Fiscalização de ativos de Energia (Redes Elétricas)
https://drive.google.com/file/d/160EITnT7bOXhD9mD0LurEfh0zqxYat/-view?usp=drive_link
 - d) Fiscalização imobiliária em áreas de interesse social (para prefeituras municipais)
<https://youtu.be/mGej-QnbYbo>
<https://youtu.be/jT5e-CZ-oYE>
<https://youtu.be/sEM3FEusIE0>
<https://youtu.be/jnk8XvfCRfQ>
<https://youtu.be/5XxEClrFhPA>
<https://youtu.be/TXwgPu7Wj1E>

e) Fiscalização para acompanhamento de obras

<https://youtu.be/-Ser8cNqH6E>

3. Modelo de Negócios

3.1 Composição e Qualificação da Equipe Ágil que se Dedicará ao Desafio

A equipe dedicada ao desafio será composta por profissionais altamente qualificados, selecionados para atender a todas as demandas técnicas e estratégicas do projeto:

- **Gerente de Projeto:** Engenheiro com mestrado em Inteligência Artificial e vasta experiência em gestão de projetos tecnológicos. Possui habilidades comprovadas em liderança de equipes multidisciplinares e gerenciamento de projetos complexos sob metodologias ágeis.
- **Engenheiros de Software e Desenvolvedores:** Especialistas em desenvolvimento de software SaaS e tecnologias emergentes de IA, com profundo conhecimento em sistemas de geoprocessamento e análise de dados.
- **Especialistas em Drones e Operações Aéreas:** Profissionais com experiência extensiva no uso e operação de drones para aplicações civis, certificados pela ANAC e conhecedores das regulamentações aeronáuticas vigentes.
- **Analistas de Dados e Especialistas em IA:** Expertise em algoritmos de machine learning e processamento avançado de dados, essenciais para a análise e interpretação de grandes volumes de informações coletadas.
- **Especialistas em BIM e Gêmeos Digitais:** Qualificados na implementação de soluções de Modelagem de Informação da Construção e simulações digitais preditivas, fundamentais para a integração e análise de dados da construção civil.
- **Consultores Jurídicos e de Compliance:** Responsáveis por assegurar que todas as operações e soluções estejam em conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis.
- **Arquiteto e Urbanista com Especialização em Cidades Inteligentes:** Especialista em planejamento urbano e desenvolvimento de cidades inteligentes, trazendo uma perspectiva essencial sobre a integração da tecnologia na gestão urbana e territorial.

Esta equipe será responsável por adaptar a solução de forma ágil e eficiente às demandas específicas do desafio, garantindo inovação contínua e melhorias com base no feedback durante a fase de testes e implementação.

3.2 Aspectos gerais de como a solução seria comercializada à Contratante em caso de eventual fornecimento.

3.2.2 Criação de Empregos

O projeto gera empregos diretos e indiretos, contribuindo para a redução do desemprego e fomentando o desenvolvimento de competências profissionais:

- **Capacitação de Operadores de Drones:** Oferecimento de treinamentos especializados para operadores de drones, ampliando o acesso a empregos de alta tecnologia.
- **Oportunidades em Regiões Menos Desenvolvidas:** Por ser um projeto nacional, há uma distribuição geográfica das oportunidades, beneficiando regiões que tradicionalmente têm menos acesso a empregos tecnológicos.

3.2.3 Promoção da Sustentabilidade

O projeto alinha-se com objetivos de sustentabilidade, adotando práticas que minimizam impactos ambientais:

- **Redução de Deslocamentos:** Diminuição significativa da necessidade de deslocamento de equipes de fiscalização, resultando em redução da emissão de carbono.
- **Monitoramento Ambiental:** Os drones não apenas fiscalizam obras, mas também podem ser utilizados para monitorar condições ambientais das áreas ao redor dos projetos, ajudando na preservação ambiental.

3.2.4 Impacto Social

Além dos benefícios econômicos, o projeto tem um impacto social positivo ao promover a transparência e a accountability:

- **Aumento da Transparência nas Obras Públicas:** O uso de tecnologia na fiscalização das obras públicas aumenta a transparência dos processos, fortalecendo a confiança pública nas instituições governamentais.
- **Engajamento Comunitário:** Possibilidade de envolvimento comunitário na fiscalização das obras, promovendo uma cultura de vigilância cívica e participação ativa.

5. Identificação e gestão dos riscos do Projeto

Para o projeto de fiscalização de obras de rodovias em todo o Brasil (10 mil obras em 5 anos), existem diversos riscos potenciais que podem impactar o sucesso da iniciativa, especialmente considerando que o elemento mais crítico é o **objetivo da Automageo encontrar, treinar, certificar operadores remotos de drones e obter as imagens aéreas das obras remotamente dentro de um prazo de 15 dias da solicitação**. Os riscos associados a este objetivo principal que iremos priorizar e gerenciar são os seguintes:

5.1. Escassez de Operadores de Drones Qualificados:

A dificuldade em encontrar um número suficiente de operadores remotos de drones qualificados e certificados para cobrir todo o território nacional.

Dependência de operadores já existentes que podem não ter disponibilidade imediata para todas as regiões.

5.2. Treinamento e Certificação Ineficientes:

Riscos associados ao treinamento e certificação dos operadores de drones, que podem não ser adequados ou suficientes para garantir a qualidade e segurança das operações.

Possíveis falhas no processo de EAD (Educação a Distância) que podem resultar em operadores mal preparados.

5.3. Dificuldades com a Logística de Equipamentos:

Dificuldade na logística para enviar drones, baterias, cartões de memória e outros acessórios para operadores em áreas remotas ou de difícil acesso.

Riscos de danos, perdas ou atrasos na entrega dos equipamentos necessários para as inspeções.

5.4. Condições Climáticas Adversas:

Impacto das condições climáticas, como chuvas intensas, ventos fortes e cobertura de nuvens, que podem atrasar ou impedir a obtenção de imagens aéreas de qualidade.

5.5. Conformidade com Regulamentações:

Riscos relacionados ao cumprimento das regulamentações de voo de drones que variam entre diferentes regiões e podem afetar a capacidade de operação.

Possibilidade de mudanças nas regulamentações que podem tornar algumas operações inviáveis ou mais complexas.

5.6. Segurança de Dados e Privacidade:

Riscos associados à segurança e privacidade dos dados coletados, especialmente ao transferir e armazenar grandes volumes de imagens e dados sensíveis.

Potencial para vazamento de dados ou acesso não autorizado às informações coletadas.

5.7. Problemas Técnicos e Manutenção dos Drones:

Falhas técnicas nos drones ou no software de controle e processamento de imagens, que podem causar interrupções nas operações.

Necessidade de manutenção regular e reparos nos drones, o que pode não ser viável em áreas remotas ou de difícil acesso.

5.8. Custo Elevado e Gestão Financeira:

Possíveis aumentos de custo associados ao treinamento, certificação, logística e manutenção dos drones, que podem superar o orçamento inicialmente previsto.

Desafios na gestão financeira para garantir a sustentabilidade do projeto ao longo dos cinco anos.

5.9. Interferências e Interrupções Externas:

Interferências de sinal, roubo ou vandalismo de drones durante as operações em áreas mais vulneráveis.

Interrupções causadas por atividades locais, como obras não programadas ou eventos que impeçam o acesso às áreas de inspeção.

5.10. Integração com Sistemas de Dados Públicos:

Dificuldades na integração e compatibilidade dos dados coletados com os sistemas oficiais do governo, como o TransfereGov, Codevasf e DNOCS.

Possíveis inconsistências ou falta de atualizações nos sistemas de dados que dificultem a comparação e validação das evidências coletadas.

5.11. Qualidade das 24 Análises de Inteligência Artificial

A qualidade das análises de IA, especificadas no edital, que deverão ser realizadas pela Automageo sobre as imagens coletadas por drones e sobre os documentos fornecidos pelo TCU acerca de cada obra deverá ser satisfatória, de acordo com os padrões de qualidade, custo e prazo estabelecidos pelo TCU em seu Edital de CPSI.

Estes riscos devem ser cuidadosamente gerenciados e mitigados para assegurar o sucesso do projeto de fiscalização de obras de rodovias, garantindo a eficiência, tempestividade e precisão das inspeções remotas.

6. Sobre a Propriedade Intelectual e Direitos de Comercialização

6.1. Identificação dos Objetos de Proteção de Direito Autoral

Todos os componentes, algoritmos, módulos, códigos-fonte e demais elementos que já fazem parte da plataforma comercial da Automageo, inclusive aqueles que envolvem tecnologias de gêmeos digitais, BIM reverso, inteligência artificial e geomática, permanecem como propriedade exclusiva da Automageo. Esta proteção se mantém mesmo que códigos-fontes sejam cedidos ao Tribunal de Contas da União (TCU) para fins de execução contratual.

Os códigos-fonte, algoritmos, módulos e componentes desenvolvidos especificamente para atender às necessidades do contrato com o TCU, tais como análises específicas de IA, front-ends personalizados (exemplo: "painel de acompanhamento de obras") e integrações com os sistemas do TCU, serão devidamente identificados e documentados. Esta documentação detalhará claramente a separação entre os códigos-fonte que são de propriedade preexistente da Automageo e aqueles desenvolvidos especificamente para o TCU. Esta distinção visa garantir a clareza sobre a titularidade dos direitos autorais dos diferentes componentes do sistema.

6.2. Direitos de Autoria

Os direitos de autoria sobre os códigos-fonte desenvolvidos especificamente para o TCU podem ser de titularidade exclusiva do TCU ou compartilhados (coautoria) com a Automageo, dependendo do interesse manifestado pelo TCU. A definição dessa titularidade será formalizada conforme as

preferências e necessidades do TCU, visando uma colaboração transparente e vantajosa para ambas as partes envolvidas.

6.3. Direitos de Comercialização

Os direitos de comercialização sobre a solução desenvolvida no âmbito do contrato entre a Automageo e o TCU serão de titularidade da Automageo. No entanto, o TCU terá o direito de receber royalties, caso deseje, a serem combinados futuramente entre as partes. Além disso, o TCU terá o direito de promover livremente a comercialização da solução desenvolvida no âmbito deste CPSI para outros órgãos de governo em âmbito nacional, estadual ou municipal, sem quaisquer restrições impostas pela Automageo.

7. Conclusão

A Plataforma Automageo representa um salto qualitativo e quantitativo no campo da fiscalização, inspeção e gestão de ativos. Utilizando avançadas tecnologias de Inteligência Artificial, Gêmeos Digitais Preditivos e BIM Reverso, nossa solução não apenas redefine a eficiência operacional, mas também estabelece um novo padrão de precisão e confiabilidade em serviços de inspeção.

Neste projeto, demonstramos não apenas a viabilidade técnica, mas também a sustentabilidade econômica e operacional da Plataforma Automageo. Através de nossa abordagem de Software as a Service (SaaS), oferecemos uma solução escalável que se adapta tanto a pequenas demandas locais quanto a grandes operações nacionais, garantindo que cada cliente possa beneficiar-se de uma inspeção precisa e acurada.

O modelo de distribuição de operadores certificados e a capacidade de resposta rápida da plataforma — entregando resultados em até 24 horas em condições ideais — são testemunhos da nossa dedicação em fornecer um serviço excepcional. Mesmo sob condições adversas, garantimos a conclusão das inspeções em no máximo 15 dias, um testemunho da robustez e da confiabilidade do nosso sistema.

Os custos de operação, deliberadamente estruturados para maximizar a acessibilidade e a eficiência, refletem nosso compromisso com a transparência e a gestão fiscal responsável. A capacidade de realizar inspeções simultâneas sem comprometer a qualidade é uma prova da inovação embutida em nossa plataforma, que se equipara à capacidade de adaptação a diversos tipos de operações e condições geográficas.

Concluimos, portanto, que a Plataforma Automageo não apenas atende às necessidades atuais de fiscalização e gestão de ativos, mas também antecipa os desafios futuros, posicionando-se como uma solução líder no mercado. Estamos confiantes de que nossa proposta irá fascinar e superar as expectativas da banca, estabelecendo um novo paradigma em tecnologia de inspeção e gestão de infraestruturas.

Ao escolher a Plataforma Automageo, o Tribunal de Contas da União e outras entidades não estão apenas adotando uma tecnologia de ponta; estão também endossando uma visão de futuro, onde a eficácia e a eficiência são não apenas desejáveis, mas absolutamente alcançáveis. Nos comprometemos a uma parceria contínua que moldará o futuro das inspeções e da gestão de ativos, garantindo uma infraestrutura mais segura e sustentável para todos.

Atenciosamente,



Eng. Eletricista Charles Roberto Stempniak, M.Sc.
CEO da Automageo