

EDITAL DE CHAMAMENTO PÚBLICO n° 001/2024**DESAFIO DE INOVAÇÃO PARA FISCALIZAÇÃO REMOTA DE OBRAS DE CALÇAMENTO E PAVIMENTAÇÃO URBANAS OU EM ESTRADAS VICINAIS LIGANDO ÁREAS URBANAS PRÓXIMAS.**

A Xertica Brasil Ltda., inscrita no CNPJ sob n° 51.476.858/0001-68, com sede na Avenida Francisco Matarazzo Nº 1500 BL 2, CJ 191, Água Branca – São Paulo – SP – CEP 05001-100, devidamente representada por seu administrador Gustavo de Paula, brasileiro, executivo, portador da Cédula de Identidade R.G n° xxxxxxxxxxxx, inscrito no CPF sob xxxxxxxxxxxx, vem por meio deste manifestar seu interesse em participar da LICITAÇÃO ESPECIAL PARA CONTRATAÇÃO PÚBLICA DE SOLUÇÃO INOVADORA - CPSI sobre o desafio de inovação para fiscalização remota de obras de calçamento e pavimentação urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas, conforme as condições e exigências estabelecidas no edital.

1. Quem somos?

A Xertica.ai é uma consultoria líder em tecnologia e soluções em nuvem da América Latina. Somos parceiros do Google Cloud e estamos comprometidos em ajudar as empresas a alcançar a transformação digital.

Somos o melhor aliado para ajudar as empresas a trabalhar num mundo 100% digital. Oferecemos aos nossos clientes a mais robusta tecnologia Cloud que lhes permite operar com segurança, com modelo Custo Eficiente graças m automação e análise, que melhoram a utilização dos dados para a tomada de decisões de negócios.

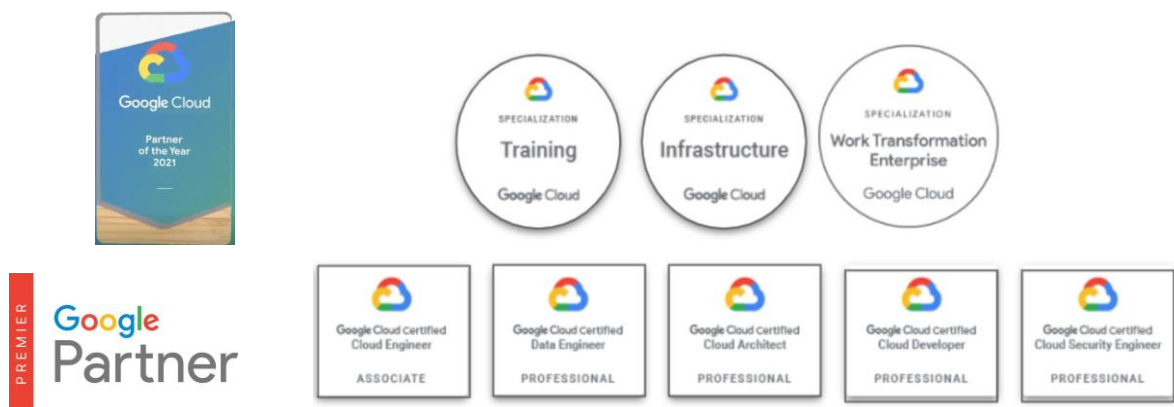
Nossa metodologia X Factor, criada em colaboração com o MIT, visa habilitar nossos clientes para que eles possam obter o melhor uso dos produtos Google Cloud, otimizar o potencial digital das empresas, aproveitando o máximo das tecnologias habilitadas e, em consequência, transformar a cultura dos seus colaboradores, desenvolvendo um processo de evolução e melhoria contínua.

Este processo atua em 4 áreas fundamentais da cadeia de valor das empresas:

- Experiência do Cliente
- Experiência de Dados
- Experiência do Colaborador
- TI Exponencial

Temos presença e experiência comprovada nos diversos países da região e trabalhamos com mais de 2800 clientes em diversas áreas, como: Governo, Varejo, CPG, Serviços Financeiros, Manufatura e Educação.

Somos a única empresa da América Latina com os mais avançados níveis de especialização em Google Cloud, com centenas de certificações e especializações.



Somos uma empresa totalmente comprometida com o cliente e estruturada para ajudá-lo a alcançar sucesso nos negócios utilizando a tecnologia como diferencial competitivo.

O que é o Centro de Excelência da Xertica.ai e quais suas responsabilidades?

O Centro de Excelência (CoE) da Xertica.ai é um líder inovador no cenário tecnológico, graças às suas capacidades avançadas em Inteligência Artificial, GenAI, Análise Espacial e Ciência de Dados.

As competências do CoE são notáveis, reunindo especialistas de várias áreas para criar soluções ágeis e inovadoras. A cultura de experimentação promove a rápida interação de ideias, essencial para testar e implementar soluções com eficácia. A atenção às tecnologias emergentes garante que soluções que propomos estejam sempre alinhadas com as tendências do mercado e as necessidades dos nossos clientes.

O 'Squad COE' da Xertica.ai é formado por Arquitetos de Soluções, Cientistas de Dados e Desenvolvedores Full-Stack, todos especialistas em métodos e tecnologias de ciência de dados. Este time de alto desempenho, com um histórico comprovado de sucesso, impulsiona a Xertica.ai m frente no desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Com o CoE, a Xertica.ai não só desenvolve aceleradores, mas também aprimora a eficiência empresarial, automatizando tarefas e simplificando processos. A tomada de decisão baseada em dados e insights de IA otimiza as operações e suporta estratégias cruciais.

O Centro de Excelência (CoE) desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência e na eliminação de redundâncias, concentrando conhecimento e recursos. Uma das funções essenciais do CoE é entregar a transferência de conhecimento, garantindo que a equipe dos nossos clientes tenha a capacidade de operar o software desenvolvido de forma dinâmica e eficiente.

O que fazem os aceleradores já desenvolvidos pela Xertica.ai?

Os aceleradores da Xertica.ai, ao contrário dos produtos disponibilizados na Google Cloud, oferecem flexibilidade e podem ser customizados para se adequar ms exigências específicas de projetos. Embora cada acelerador tenha seu valor individual, a eficácia plena é atingida quando são utilizados em conjunto. A comercialização isolada desses aceleradores pode não resultar no mesmo impacto ou sinergia que seria alcançada se utilizados como um pacote integrado. A combinação dos aceleradores possibilita uma solução abrangente, otimizando o desempenho do projeto e acelerando a entrega dos resultados.

Principais benefícios dos aceleradores:

- Redução do tempo de implementação: reduzem significativamente o tempo necessário para implementar a solução, pois fornecem modelos pré-definidos, ferramentas de automação e documentação completa.
- Melhoria da qualidade da implementação: ajudam a garantir que a solução seja implementada de acordo com as melhores práticas, o que contribui para aumentar a qualidade e a confiabilidade da solução.
- Redução de custos: ajudam a reduzir os custos de implementação, pois diminuem a necessidade de mão de obra especializada e de recursos adicionais.
- Aumento da adoção da solução: facilitam a adoção da solução pelos usuários, pois fornecem treinamento e suporte adequados.

2. Solução almejada:

O TCU vislumbra celebrar um Contrato Público para Solução Inovadora - CPSI para prestação de serviços de desenvolvimento e qualificação tecnológica voltados para comprovar a aplicação de solução inovadora na resolução do desafio de Fiscalização periódica, tempestiva e em larga escala de obras de calçamento e pavimentação urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas.

A solução desejada subsidiará os auditores do TCU com evidências já processadas e comparadas aos projetos e dados de execução das obras para construir um Painel de Acompanhamento e Alerta que será utilizado para a gestão de riscos norteadora da fiscalização e do monitoramento da obra.

O Painel deve auxiliar a gestão de riscos, apresentando as obras encontradas nos sistemas monitorados, as principais características dos projetos e o resultado das inspeções realizadas. Idealmente, o Painel automaticamente proporcionará uma priorização da inspeção das obras, baseado no risco detectado.

Cada obra na Solução deve ter seus dados fornecidos em um Relatório Detalhado da Obra, que conterá os dados do projeto e da execução da obra, os dados já devidamente processados das inspeções, e as respostas ms perguntas das Camadas de Riscos.

A solução deverá ser capaz de:

1. Obter evidências da inspeção das obras;
2. Extrair e transformar os dados de projeto e execução das obras;
3. Responder a até 24 perguntas sobre cada obra, divididas em 3 Camadas de Risco;
4. Indicar quais perguntas a Solução Inovadora responde, por Método de Inspeção;
5. Estimar o tempo de resposta entre a demanda do TCU para a inspeção de uma obra e a entrega do Relatório de Inspeção da obra contendo as respostas das Camadas de Risco;
6. Estimar quantas inspeções de obras podem ser simultaneamente demandadas da Solução Inovadora;

7. Apontar se a Solução seria futuramente adaptável m fiscalização de outros tipos de obras, além das obras de pavimentação urbana. E, em caso afirmativo, estimar quais desenvolvimentos adicionais seriam necessários.

As inspeções devem prescindir da presença de técnicos do TCU no local das obras. E deve ser mínima a intervenção de técnicos do TCU na coleta das evidências, seu processamento e na comparação com os dados oficiais dos projetos e/ou da execução das obras.

3. Escopo:

Para atender a essa necessidade, a empresa Xertica.ai propõe uma solução que compõe estratégias de geoprocessamento e análise de dados através de diferentes métodos de inspeção, permitidos pelo desenvolvimento de uma solução que trabalha com arranjo de produtos das nuvens Google Cloud e Google Earth Engine, além de produtos como o Gemini, Looker Studio e outras ferramentas Google. Também serão incorporadas na solução imagens aéreas das obras obtidas através de satélites, drones e de diferentes métodos de crowdsourcing.

O Google Cloud e o Google Earth Engine oferecem um conjunto poderoso de ferramentas para a fiscalização periódica, tempestiva e em larga escala de obras de calçamento e pavimentação, tanto em áreas urbanas quanto em estradas vicinais. Através da integração de dados de diversas fontes, é possível avaliar a conformidade das obras com os projetos, orçamentos e dados oficiais, além de gerar relatórios detalhados e painéis de acompanhamento e alerta.

Através da coleta de imagens aéreas de alta resolução e da aplicação de técnicas avançadas de processamento de imagens, os satélites oferecerão imagens globais. Técnicas de Crowdsourcing e as imagens capturadas por drones permitirão análise extra, abrangente e precisa das obras, complementando e otimizando o trabalho da fiscalização tradicional.

A seguir, apresentamos o que a solução contemplará:

- **Imagens de Satélite:** Utiliza o acervo histórico do Google Earth Engine para acompanhar a progressão das obras ao longo do tempo, identificando áreas com atrasos ou inconformidades.
- **Imagens em Alta Resolução:** Captura imagens e vídeos em alta resolução, permitindo a visualização detalhada de cada etapa da obra, desde a terraplanagem até o acabamento final.
- **Análise Geoespacial:** Combina os dados do projeto com imagens de satélite, de drones e dados obtidos por Crowdsourcing para obter uma visão completa das obras, verificar a extensão das obras executadas, a qualidade dos materiais e o cumprimento das especificações técnicas, além de identificar áreas com problemas de execução, atrasos e demais inconformidades com os projetos originais.
- **Detecção de Mudanças:** Monitora as áreas de desmatamento, movimentação de terra e outras alterações no entorno das obras, identificando possíveis irregularidades ambientais.
- **Comparação com Projetos:** Sobrepõe os dados dos projetos ms imagens de satélite para verificar se as obras estão sendo executadas de acordo com o planejamento original.
- **Análise de Orçamento:** Compara o custo real das obras com o orçamento da licitação, identificando possíveis desvios de recursos.
- **Validação de Dados Oficiais:** Verifica a consistência dos dados das obras disponibilizadas em sistemas oficiais federais com as informações obtidas através do monitoramento remoto.
- **Visualização de Dados:** Cria painéis dinâmicos e interativos para acompanhar o andamento das obras, visualizar indicadores de desempenho e identificar áreas que exigem atenção imediata.

- **Alertas Automáticos:** Gera alertas automáticos de notificação sobre inconformidades ou outras situações que requeiram intervenção.
- **Relatórios:** Gera relatórios detalhados sobre o andamento das obras, incluindo informações sobre a área pavimentada, o custo real e os prazos de entrega, dentre outros dados.

A seguir apresentamos os Métodos de Inspeção utilizados em detalhes e a periodicidade de inspeção para cada obra, considerando as características da obra e de achados progressos.

Para atender ao desafio de obter evidências da execução e evolução de obras de pavimentação urbana e execução de estradas vicinais, ligando áreas urbanas próximas sem exigir a visita ao local pelos técnicos do TCU (Tribunal de Contas da União), a Xertica.ai propõe a utilização de imagens de satélites, de drones e também geradas por meio de crowdsourcing, dependendo das características de cada obra, além da realização do processamento dos dados, comparação com bancos governamentais e disposição das informações em um Painel de Acompanhamento e geração de Alertas automáticos de acordo com as Camadas de Risco apontadas e as respostas de perguntas estratégicas, facilitando o processo de gestão do time do TCU e permitindo um monitoramento eficiente

A obtenção de imagens de satélites a partir do Google Earth Engine (GEE) possibilita a identificação exata dos locais das obras. O cruzamento das imagens satelitais com os dados cartográficos, também obtidos pelas ferramentas do Google, através das informações de latitude e longitude, permite uma análise aprofundada e entrega uma visão de alta assertividade.

Operando diretamente com o satélite Sentinel 2A, principal sensor de captação utilizado pelo Google, a solução permite atualizações dos resultados com uma periodicidade de 5 dias e resolução espacial de até 10 metros. O nível de precisão e qualidade das imagens facilita a identificação das obras, dos materiais utilizados e a realização da atividade de acompanhamento dos serviços prestados.

Para obtenção de um nível de detalhamento ainda maior, há a possibilidade de capturar imagens da constelação Planet (através de parcerias com programas governamentais),

com resolução espacial de 0,5 metros e atualização periódica diária. Com essas imagens, é possível aferir melhores visualizações de feições distintas, facilitando a detecção de objetos nas obras de interesse e oferecendo maior acurácia de dados.

Outra maneira de geo enriquecer os dados usados para monitoramento dos locais de obras de interesse pode ser observado através do uso das tecnologias Google Maps e Waze for Cities, que permitem a aquisição de dados em tempo real, tais como: informações de trafegabilidade, pontos de interesse e análise territorial.

Ademais, métodos de captura por Crowdsourcing, além da utilização de drones para a captação e pré-processamento de imagens, serão essenciais para a análise de objetos existentes no espaço, permitindo melhor distinção de equipamentos e/ou materiais, além de otimização de custos por captação. O levantamento aéreo de imagens com drones é uma alternativa adicional e viável, enriquecendo o banco de análise com ortofotos, imagens com boa resolução espacial e informações geoespaciais.

A solução proposta, usando drones, envolve o levantamento aéreo em localidades de interesse do TCU e áreas amostrais para o monitoramento das obras. O levantamento será feito em intervalos regulares, capturando imagens de alta qualidade. Os drones podem ainda seguir um percurso programado com decolagem e pouso automatizados, viabilizando a segurança da operação e garantindo que os mesmos ocorram apenas nas áreas de interesse escolhidas para análise.

As imagens capturadas serão processadas e analisadas com técnicas de detecção de objetos. Os algoritmos de detecção utilizados serão os presentes no Google Earth Engine, subindo as imagens como assets e gerando um banco de imagens para identificação automatizada de áreas de interesse, como estruturas, meio fio, equipamentos, bem como o avanço de obras pela geolocalização.

Uma vez que os itens estiverem mapeados, pelo processo de detecção de objetos, serão realizadas comparações com dados de projetos e execução das obras. As features geradas e a geolocalização, com o andamento atualizado das obras, serão comparadas com a localização planejada para a fase dos projetos analisados. Essa tarefa será feita com técnicas de sobreposição de imagens, identificando detalhes e possíveis discrepâncias entre as fases de planejamento e execução.

Para a detecção de irregularidades, serão realizadas comparações entre as imagens obtidas (satélites, drones e métodos de captura por crowdsourcing, de acordo com as exigências de cada inspeção e características das obras analisadas), e os dados de projeto/execução, identificando indícios de irregularidades, como desvios de projeto, atrasos, alterações não autorizadas, entre outros. Algoritmos de detecção de anomalias (objetos) podem também ser aplicados para auxiliar esse processo.

Como infraestrutura, as informações obtidas por meio da análise de imagens capturadas por drones e/ou crowdsourcing serão armazenadas no Google Earth Engine e os datasets gerados, a partir da detecção de objetos, serão tratados via python e exportados para o Bigquery, possibilitando a integração com ferramentas de visualização.

Para elaboração do Painel de Riscos e Relatório Detalhado das Obras, utilizaremos a ferramenta Looker Studio, que apresentará os indícios de irregularidade e fornecerá uma visão consolidada e visualmente intuitiva das obras em análise. Além disso, relatórios de obras gerados pela IA Generativa, contendo informações específicas sobre as obras, apresentarão detalhes sobre suas fases e características, incluindo imagens comparativas e análise de conformidade.

A construção desses relatórios pela IA Generativa levará em conta os documentos similares constantes da base documental do TCU, de onde serão treinados os templates baseados em regras de engenharia previamente validadas****. Esses templates funcionarão como base para construção dos relatórios por nossa solução, permitindo a apresentação dos dados de forma aderente às necessidades de análise do TCU e garantindo que a quantidade máxima de detalhes seja apontada. A mão de obra para as auditorias não é parte deste contrato. Sendo assim, nossa solução entregará algoritmos e estes, sim, serão suportados por conhecimentos da área de negócio respectiva para a sua geração.

Nossa proposta de solução inovadora permitirá ao TCU fiscalizar e monitorar de forma eficiente e precisa a execução e evolução das obras, identificar indícios de irregularidades e tomar medidas adequadas para garantir a conformidade e a transparência nos projetos governamentais, sem a necessidade de visitas presenciais dos técnicos.

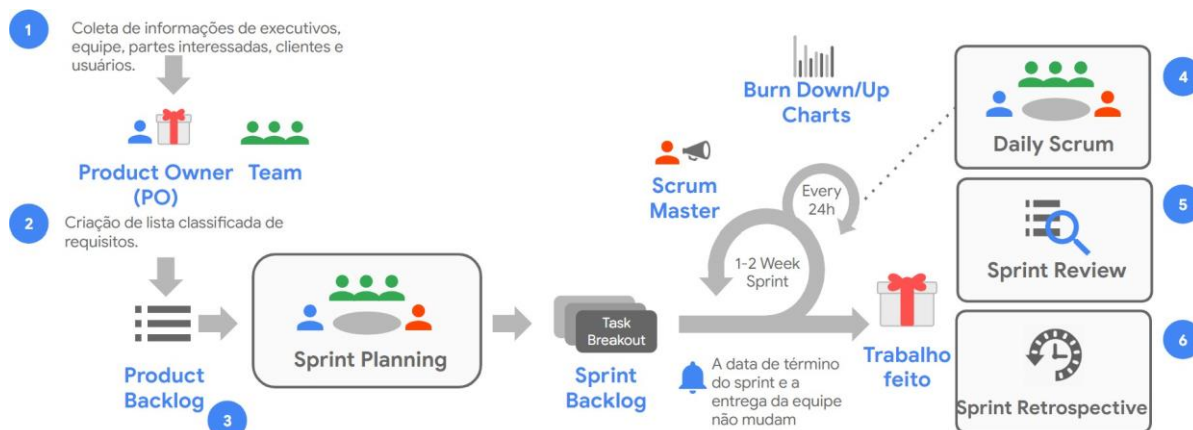
Descreveremos abaixo como a Solução Inovadora da Xertica.ai irá resolver a demanda de inspeção de obras, abordando tarefas como:

- └ Obtenção do projeto de cada obra.
- └ Extração das coordenadas descritoras da obra.
- └ Tipos de inspeção.
- └ Obtenção de evidências.
- └ Processamento das evidências.
- └ Comparação das evidências com o projeto.
- └ Comparação das evidências com os dados de execução.
- └ Descoberta de achados: potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades.
- └ Apresentação dos achados.

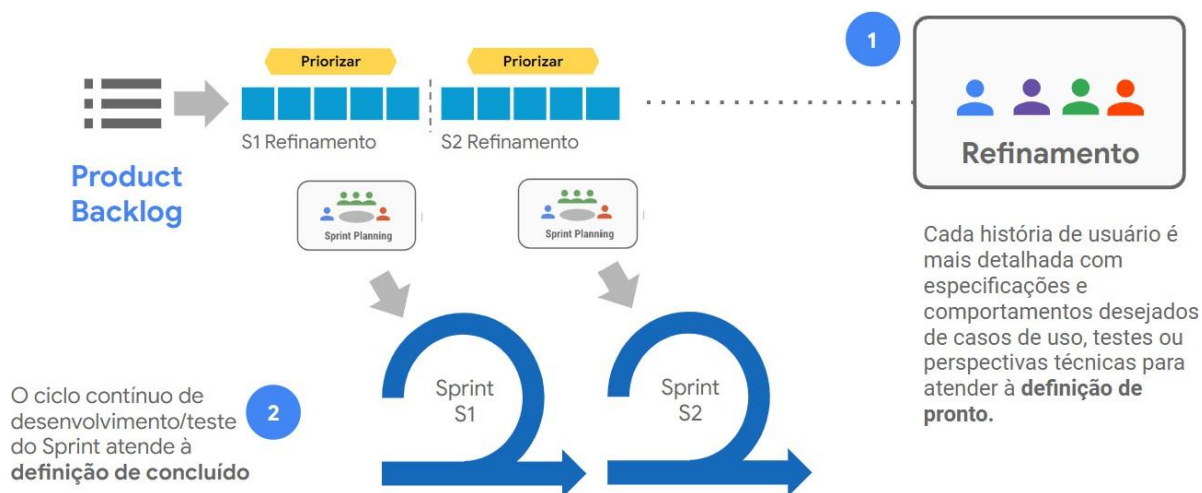
Afirmamos que o tempo necessário para desenvolvimento da solução, a partir do início do contrato, para que ela evolua do ponto atual até estar em condições de atender plenamente os requisitos de qualificação tecnológica do CPSI, é proporcional a quantidade de objetos que serão analisados e o treinamento dos modelos. Destacamos que o tempo indicado no edital para desenvolvimento será atendido na sua plenitude e que o desenvolvimento pode ser realizado em um período menor do que o estipulado na documentação.

A entrega da solução será realizada pelo time da Xertica.ai em Sprints, através de desenvolvimento ágil e focado nas funcionalidades essenciais do produto. Para cada sprint desenvolveremos um MVP (Minimum Viable Product), permitindo que o time do Tribunal de Contas da União possa realizar testes em ambiente real e nos fornecer seu feedback de utilização das principais funcionalidades do produto, validando as hipóteses de negócio, nos permitindo evoluir o processo de desenvolvimento e realizar os aprimoramentos necessários na solução.

A imagem abaixo representa as etapas de entrega:



Através de metodologia de melhoria contínua, a Xertica.ai realiza suas entregas por meio de sprints que garantem avanços incrementais das funcionalidades e atributos das soluções, sempre por meio da validação do valor alcançado com as mudanças implementadas pelos times dos seus clientes.



Em cada entrega, detalharemos as funcionalidades e recursos implementados.

Destacamos ainda que a presente relação de entrega pode ser adaptada de acordo com as necessidades específicas do projeto.

3.1 Obtenção dos projetos de cada obra

Os dados oficiais do governo são essenciais para o acompanhamento das obras públicas, pois fornecem informações sobre o status das obras, o orçamento previsto, os prazos de execução, entre outros dados relevantes.

A proposta da Xertica.ai para entrega da solução desejada neste Edital subsidia os auditores do TCU com evidências já processadas e comparadas aos projetos e dados de execução das obras para construir um Painel de Acompanhamento e Alerta que será utilizado para a gestão de riscos norteadora da fiscalização e monitoramento das obras.

A solução coletará os dados oficiais do governo (estruturados e não estruturados, como imagens, mapas, fotografias, PDF, etc), através de projetos e relatórios que são disponibilizados em sistemas oficiais do governo, principalmente no banco de dados de transferências voluntárias do TransfereGov, além de incorporar informações e inteligência de dados obtidas por métodos de inspeção inovadores advindos dos produtos das nuvens Google Cloud e Google Earth Engine, do serviço de captação e processamento de imagens aéreas realizado por drones e por métodos de crowdsourcing.

O processo de coleta de dados pode ser dividido em três etapas:

- *Identificação dos dados:*

A primeira etapa é identificar os dados que precisam ser coletados. A identificação se baseará nos modelos de projeto e relatórios disponibilizados pelo TCU, tanto para dados estruturados, quanto para não estruturados.

No caso dos dados não estruturados, utilizaremos ainda o modelo de Inteligência Artificial Generativa treinado no conhecimento dos auditores do TCU e nos manuais de auditoria e normas técnicas a fim de classificar as partes importantes da documentação, bem como efetuar o split do documento contratual, do cronograma físico-financeiro (com foco no cronograma de obras) a fim de identificar, através do Gemini e via GenAI, as informações relevantes existentes na documentação dos projetos.

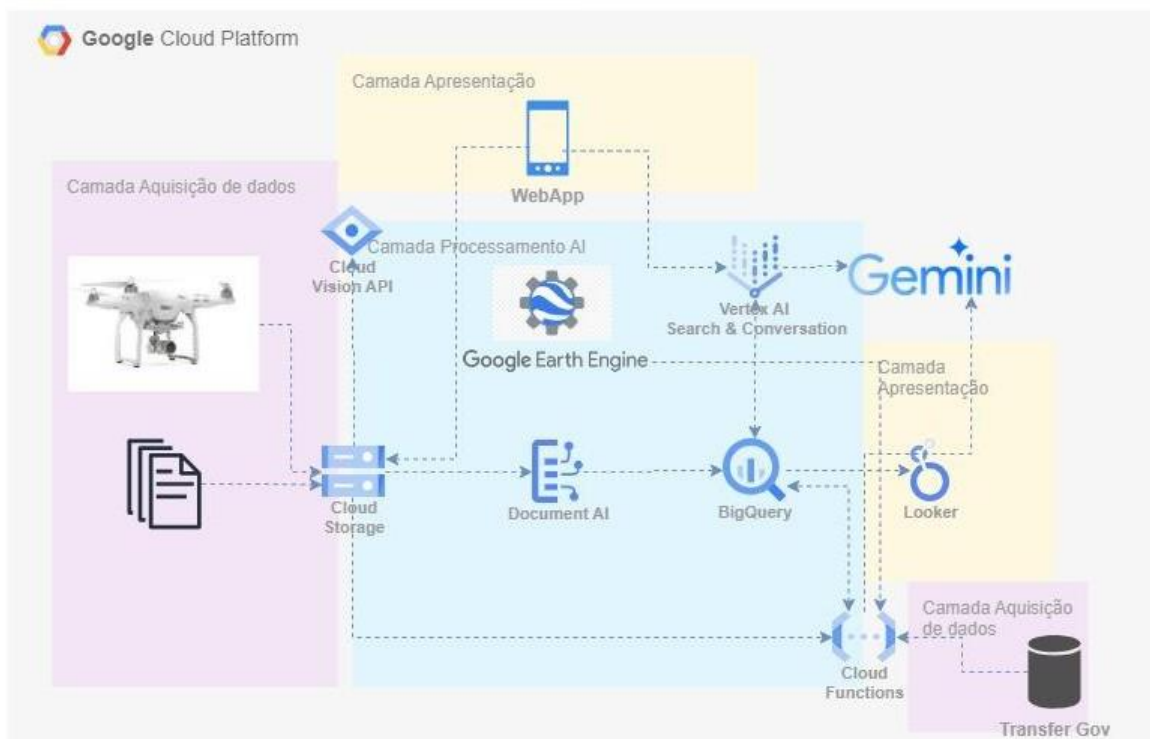
- **Extração dos metadados:**

Os metadados estruturados serão extraídos por meio de API e acesso aos bancos de dados, bem como, no caso dos metadados não estruturados, utilizará o modelo de Inteligência Artificial Generativa (baseada em Google Vertex AI) treinado no conhecimento dos auditores do TCU e nos manuais de auditoria e normas técnicas a fim de classificar as partes importantes da documentação, bem como efetuar o split do documento contratual, do cronograma físico-financeiro (com foco no cronograma de obras) a fim de extrair via GenAI as informações relevantes existentes na documentação do projeto.

- **Armazenagem dos metadados:**

A terceira etapa irá gravar os metadados em um banco de dados analíticos (Google Cloud BigQuery) para então serem exibidos no dashboard (painel) em Looker Studio.

A extração e armazenagem de dados serão baseados na seguinte arquitetura:



Extração e armazenagem de dados oriundos do TransfereGov:

O TransfereGov é um sistema oficial do governo que disponibiliza informações sobre transferências voluntárias entre entes federados. Essas transferências podem ser destinadas a obras públicas, entre outros fins.

A solução de Painel e Acompanhamento de Obras e Alertas pode coletar dados do TransfereGov por meio da API do sistema. A API disponibiliza uma série de endpoints que permitem a consulta de dados sobre transferências voluntárias.

Ao coletar dados do TransfereGov, a solução inovadora da Xertica.ai pode obter informações sobre as seguintes características das obras públicas:

- Número do projeto
- Nome do projeto
- Órgão responsável
- Endereço da obra
- Valor da obra
- Prazo de execução
- Status da obra

Essas informações podem ser usadas para acompanhar o andamento das obras públicas e identificar possíveis irregularidades, problemas e/ou atrasos.

Vantagens da coleta de dados oficiais do governo:

A coleta de dados oficiais do governo oferece uma série de vantagens para as soluções de painel e acompanhamento de alerta de obras, incluindo:

- Aumento da confiabilidade das informações
- Redução do tempo e do esforço necessário para coletar dados
- Melhoria da eficiência do acompanhamento das obras

Ao coletar dados oficiais do governo, a solução fornecerá informações mais confiáveis e atualizadas sobre as obras públicas. Isso pode contribuir para a melhoria da transparência e da accountability do governo.

Extração e armazenagem de dados oriundos do Google Earth Engine:

O Google Earth Engine (GEE) oferece diversas maneiras de coletar dados para análises geoespaciais, atendendo as mais variadas necessidades. As principais opções incluem:

- **Catálogos de Dados Preexistentes:**
 - Acessa um vasto acervo de imagens de satélite de alta resolução, incluindo Landsat, Sentinel-2, MODIS e muitos outros sensores, desde 1984 até a data atual.
 - Utiliza conjuntos de dados geoespaciais de fontes confiáveis como o Banco Mundial, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
 - **Dados Geoespaciais Comerciais:** Acessa dados de alta resolução e atualizados com frequência de provedores comerciais como Planet.
- **Carregamento de Dados Próprios:**
 - **Importação de Arquivos Geoespaciais:** Carrega arquivos geoespaciais nos formatos mais comuns, como GeoTIFF, Shapefile, CSV e KML, diretamente da máquina do cliente ou do Google Drive.
 - **Conexão com Serviços Web:** Conecta a serviços web geoespaciais (OGC WMS/WFS) para acessar dados em tempo real ou armazenados em servidores remotos.
 - **API do Google Earth Engine:** Utiliza a API Python do GEE para programar a coleta de dados automatizada a partir de diversas fontes, incluindo APIs de terceiros e bases de dados personalizadas.
- ***Coleta de Dados Personalizada:***
 - **Campanhas de Coleta de Dados com Drones e Crowdsourcing:** Planeja e executa campanhas de coleta de dados, utilizando a plataforma do GEE para processamento e análise das imagens capturadas.
 - **Integração com Ferramentas de Sensoriamento Remoto:** Utilize ferramentas de processamento de imagens de código aberto ou comerciais em conjunto com o GEE para realizar análises avançadas de imagens de satélite e outras fontes de dados.

Através da integração nativa das ferramentas Google, realizaremos a exportação dos dados do GEE para o Cloud Storage e BigQuery de forma eficiente e segura, aproveitando

os recursos de armazenamento escalável e análise avançada do BigQuery.

3.2 Extração das coordenadas descritoras da obra

A solução de painel e acompanhamento de alerta de obras coletará as coordenadas descritoras, acordadas no contrato das obras, a partir dos dados disponibilizados no TransfereGov.

O TransfereGov disponibiliza informações sobre o endereço das obras públicas. Essas informações serão convertidas nas coordenadas geográficas das obras por meio de chamadas m Google Maps API.

Uma vez recebido o endereço das obras, será utilizado python para geocodificação dos endereços, gerando coordenadas geográficas, do tipo graus decimais para a identificação do ponto inicial das obras. Sabendo a distância longitudinal do projeto, ex: trecho de 20 km no sentido cidade A, para cidade B, é possível criar um buffer (raio), obedecendo a largura do tipo de via, com suas respectivas larguras de faixa marginal (ex: 10 metros de largura). Nesse polígono do projeto, é possível identificar as áreas de evolução da pavimentação asfáltica, mapeando objetos (utilizando imagens de satélite de alta de alta resolução, como as da Planet, do Google Earth, de drones e Crowdsourcing, bem como usando técnicas de segmentação dessas imagens com SVM, algoritmo de machine learning) como vias e equipamentos utilizados. Uma vez mapeados os objetos, é possível calcular o centroide de coordenadas desses polígonos e, dessa forma, acompanhar o andamento das obras, verificando inclusive, se o tempo de execução das obras está de acordo com o planejamento e se a direção da pavimentação está aderente com o projeto.

Uma outra forma, para monitoramento dessas áreas, é utilizar, em áreas estratégicas, mapeamento com fotogrametria, utilizando drones. Com esse levantamento, é possível mapear a área de interesse com alta resolução e classificar os objetos das imagens ortorretificadas, utilizando algoritmo SVM para segmentação e posterior identificação dos objetos e geração de coordenadas dos centroides dos avanços das obras.

Vale lembrar que as coordenadas geográficas das regiões de execução efetiva das obras, podem, porventura, diferir das coordenadas constantes no contrato.

3.3 Tipos de inspeção:

Nossa proposta se baseia em dois clusters de soluções de inspeção que podem ser utilizadas de acordo com o grau de complexidade da inspeção e das características individuais de cada obra analisada, quais sejam:

3.3.1 Inspeção por imagens aéreas:

A inspeção aérea de obras é uma técnica que utiliza imagens aéreas para identificar problemas e irregularidades em uma obra geradas por meio de satélites e drones.

Em ambos os casos, um dos mais importantes gatilhos (triggers) para iniciar uma inspeção será baseado no cronograma físico-financeiro da obra. Assim, sempre que houver um evento importante na obra, como a entrega de mercadorias ou um milestone de evolução dos trabalhos, será disparado o evento de inspeção para a geração da evidência física do evento.

Por fim, outro importante gatilho de solicitação de inspeção será baseado na inexistência de imagem ou vídeo ou na caducidade temporal dessas evidências.

- *Inspeção aérea via satélite:*

A inspeção aérea via satélite é a técnica mais tradicional e utiliza imagens de satélites comerciais ou governamentais. Essas imagens são, geralmente, de alta resolução e serão usadas para identificar inconsistências como a baixa qualidade de pavimentação, buracos, trincas, afundamentos no pavimento, danos estruturais, serviços mal executados nas obras, etc.

A inspeção aérea via satélite é uma técnica relativamente barata e pode ser realizada em grandes áreas. No entanto, ela pode ser menos precisa do que a inspeção aérea via drones e Crowdsourcing, pois as imagens de satélite podem ser distorcidas ou cobertas por nuvens.

A metodologia para o mapeamento do avanço de obras de pavimentação asfáltica usando imagens de satélite pode ser otimizada com a aplicação de um algoritmo de Support Vector Machine (SVM). Inicialmente, é necessário coletar um conjunto de dados rotulados, incluindo imagens de diferentes fases da pavimentação asfáltica. Esses dados servirão

para treinar o SVM, permitindo que o algoritmo aprenda a distinguir entre áreas pavimentadas e não pavimentadas.

Com o modelo SVM treinado, o próximo passo é aplicá-lo ms imagens de satélites, em diferentes períodos. O algoritmo SVM analisará as características espectrais das imagens para classificar cada pixel como parte da pavimentação ou não. Isso proporcionará um mapeamento preciso das áreas pavimentadas em cada período.

Para aumentar a eficiência da metodologia, é recomendável incorporar técnicas de pré-processamento de imagem, como correção atmosférica e realce de características relevantes. Além disso, a utilização de índices espectrais, como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), pode aprimorar a capacidade do SVM em distinguir entre diferentes tipos de superfície, contribuindo para uma classificação mais precisa.

Essa abordagem integrada, combinando algoritmos SVM treinados, pré-processamento de imagem e índices espectrais, oferece uma metodologia robusta e eficaz para o mapeamento do avanço de obras de pavimentação asfáltica com base em imagens de satélite em diferentes períodos.

Além do mapeamento das áreas de vias a serem asfaltadas, poderão ser analisadas, com técnicas de classificação orientada, diferentes objetos, como os equipamentos utilizados nas obras, localizando-os m medida que as obras avançam ao longo do tempo.

Adicionalmente, poderão ser analisadas as áreas de entornos das obras, observando se elas estão próximas de áreas especialmente protegidas, como rios, áreas de preservação permanente, reservas legais, áreas de risco, etc.

A tecnologia a ser empregada para as análises geográficas e imagens ortoretificadas serão exploradas pelo Google Earth Engine e o pacote de dados espaciais do Google Bigquery que suporta petabytes de dados em análise espacial, além da capacidade de processamento de Machine Learning aplicado pelo Vertex AI, ou seja, numa única ferramenta pode se explorar as camadas de dados, camadas espaciais e processar análise preditiva de anomalias.

Inspeções realizadas a partir de imagens de satélite tem tempo de resposta extremamente baixo, já que as imagens podem ser consumidas no momento de análise e o processamento acontece em até 2 minutos.

- *Inspeção aérea via drones:*

A inspeção aérea via drones é a técnica mais recente e utiliza imagens de drones. Os drones são dispositivos aéreos não tripulados que podem ser equipados com câmeras de alta resolução.

A inspeção aérea via drones é uma técnica de alta precisão, pois as imagens dos drones são capturadas de uma distância mais próxima dos objetos analisados.

Além disso, os drones podem ser usados para capturar imagens em áreas de difícil acesso, como telhados ou estruturas internas.

Por fim, os drones são indicados para geração de imagens laterais, que nos ajudarão a definir, por exemplo, a espessura das camadas constituintes do pavimento.

Inspeções realizadas a partir de imagens de drones podem demandar um maior tempo de resposta, haja vista a necessidade de sobrevoo da localidade analisada para captação de imagens aéreas e o processamento de ortofotos, podendo chegar a até 7 dias úteis.

3.3.2 Inspeção por Crowdsourcing (UGC: User - Citizen - Generated Content):

A inspeção de obras via crowdsourcing é uma técnica que utiliza a participação de pessoas comuns (cidadãos) para identificar irregularidades em obras em andamento. Essa técnica pode ser realizada em parceria com influenciadores de canais de monitoramento de obras no YouTube, atualização de dados geoespaciais disponibilizados no Waze for Cities e fotos tiradas por cidadãos vizinhos ms obras.

A partir do recebimento de informações das áreas de interesse, provenientes de cidadãos, nossa solução validará a acuracidade do dado, verificando se realmente estão relacionados com a área indicada e se os detalhes apontados têm relação direta com as características observadas.

Para tanto, contaremos com diversas ferramentas de proteção e validação de dados gerados pelos cidadãos. No caso específico das imagens oferecidas por cidadãos vizinhos ms obras, as mesmas só serão aprovadas, caso geradas por meio do aplicativo oficial do projeto, que não permitirá a inclusão de fotos alheias mquelas capturadas pelo próprio App. Nesse caso, além de garantir a não adulteração do conteúdo enviado, ainda inserimos compulsoriamente metadados curados e confiáveis que nos indicarão o exato local e momento da captura i.e.: Geolocalização (LatLong), Carimbo de Tempo (Timestamp informando data e hora baseadas no GMT) e assinatura por meio de certificado digital do próprio aplicativo.

A assinatura digital da foto gerada pelo App garantirá, inequivocamente, que a imagem não foi adulterada após ter sido capturada.

- ***Canais Especializados do Youtube:***

Recebimento de imagens e vídeos gerados por canais do YouTube especializados em acompanhamento com sobrevoos de drones/VANTS em obras públicas, os quais com uso de IA e Gen AI (Vertex AI e Gemini) poderemos fazer a análise de voz, extrair informações de análise, identificar anomalias no conteúdo e gerar resumos sobre a visão desse influencer fiscalizador. Esta atividade acaba também por gerar maior viralização do conteúdo por acesso ao TCU gerando monetização indireta para que o influenciador aumente ainda mais sua atividade fiscalizadora.

- ***Atualização de dados geoespaciais disponibilizados no Waze for Cities por usuários:***

Através de dados disponibilizados no Waze for Cities e atualizações realizadas por usuários, o time do TCU poderá identificar a localização exata de obras e validar se a localização apresentada está de acordo com o planejamento de execução.

- ***Monitoramento e Captura de Imagens por Cidadãos:***

Além da possibilidade de envio de e-mails com áudio, fotos e textos, o acompanhamento executado pelo cidadão também estará suportado por um aplicativo web mobile, que permitirá o envio de seus artefatos para o TCU. Esse aplicativo móvel LowCode também identifica as coordenadas geográficas da foto, bem como o timestamp (data e hora),

possibilitando ao cidadão indicar a camada de risco que porventura tenha identificado na obra.

Para ambos os casos, sempre que ocorrer algum trigger de início de inspeção, disparado por um evento importante na obra, será baseado no cronograma físico-financeiro da obra. Assim, sempre que houver um evento importante na obra, o modelo Google Gemini (LLM / Foundation Model da Google) gerará automaticamente o texto (copywriting / marketing de conteúdo) para o engajamento de influenciadores e cidadãos em geral, de forma rápida, contextualizada e eficiente. Ao criar conteúdo claro, conciso e atraente, o TCU irá melhorar a comunicação com os grupos de interesse (influenciadores e cidadãos) e aumentar a compreensão das políticas e serviços públicos.

Aqui teremos o uso de recursos de Marketing Digital Google para gerar campanhas orientadas a um buffer de 500 mts da obra, convidando os moradores locais a realizar a vistoria. Os convites usarão campanhas geradas para Google Search e Youtube Display, com isso todo o cidadão daquele entorno que busque informações sobre obras receberá o formulário de campanha no qual poderá se voluntariar a responder. Pode-se aplicar mecanismos de gamificação e com isso premiar o cidadão auditor.

Com a rede social do Waze for Cities cada prefeitura e órgão de gestão viária (DNIT, Concessionárias, DERs, dentre outros) poderão gerar evidências das áreas impactadas para a melhoria viária, bem como o TCU poderá gerar os alertas de execução com base nos cronogramas físico e financeiro. Estas áreas de obstrução poderão ser confirmadas pelo cidadão usuário do Waze, se aquela obra prevista está lá ou não, bem como a sinalização de defeitos na pista ou falha na sinalização poderão ser reportadas e recuperadas via Datalake do Maps e Waze e cruzados com os polígonos gerados da área de obras. Esta técnica será usada como Trigger (gatilho) para a inspeção por imagens de satélite ou em casos mais complexos por drones.

- *Monitoramento de sentimentos por e-mail e comunicação telefônica:*

Com a tecnologia de Análise de Sentimentos implementada sobre as caixas de e-mail, bem como ms chamadas telefônicas de ouvidoria dos Órgãos Públicos e redes sociais poderemos extrair o sentimento sobre o impacto das obras nas reclamações dos cidadãos, com isso gerando também triggers de fiscalização por meio de imagens.

Componentes Tecnológicos da Solução:

A solução inovadora proposta pela Xertica.ai, de fiscalização remota, periódica, tempestiva e em larga escala de obras de calçamento e pavimentação urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas, permitirá a realização de diversas inspeções de forma simultânea e será, com Google Cloud, uma solução composta pelos seguintes componentes:

- **Análise de dados:** O TCU pode usar soluções como o **Google Looker Studio** para analisar os dados processados e identificar tendências e padrões. Essas análises podem ajudar o TCU a entender melhor o desempenho das obras e identificar áreas de melhoria.
- **Visualização de dados:** O TCU pode usar soluções como o **Google Maps** para visualizar os dados coletados e processados em um mapa. Essa visualização pode ajudar o TCU a identificar rapidamente as obras que estão com problemas ou atrasos.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de como o TCU pode usar soluções Google Cloud para realizar a fiscalização remota, periódica, tempestiva e em larga escala de obras urbanas de calçamento e pavimentação:

- O TCU pode usar o Google Looker Studio para analisar os dados processados de imagens de satélite. Essas análises podem ajudar o TCU a identificar tendências e padrões no andamento das obras. Por exemplo, o TCU pode identificar que as obras que estão localizadas em áreas de difícil acesso estão com atrasos.
- O TCU pode usar o **Google Maps** para visualizar os dados coletados e processados. Essa visualização pode ajudar o TCU a identificar rapidamente as obras que estão com problemas ou atrasos. Por exemplo, o TCU pode identificar que uma obra está com atraso e que está localizada em uma área de difícil acesso.

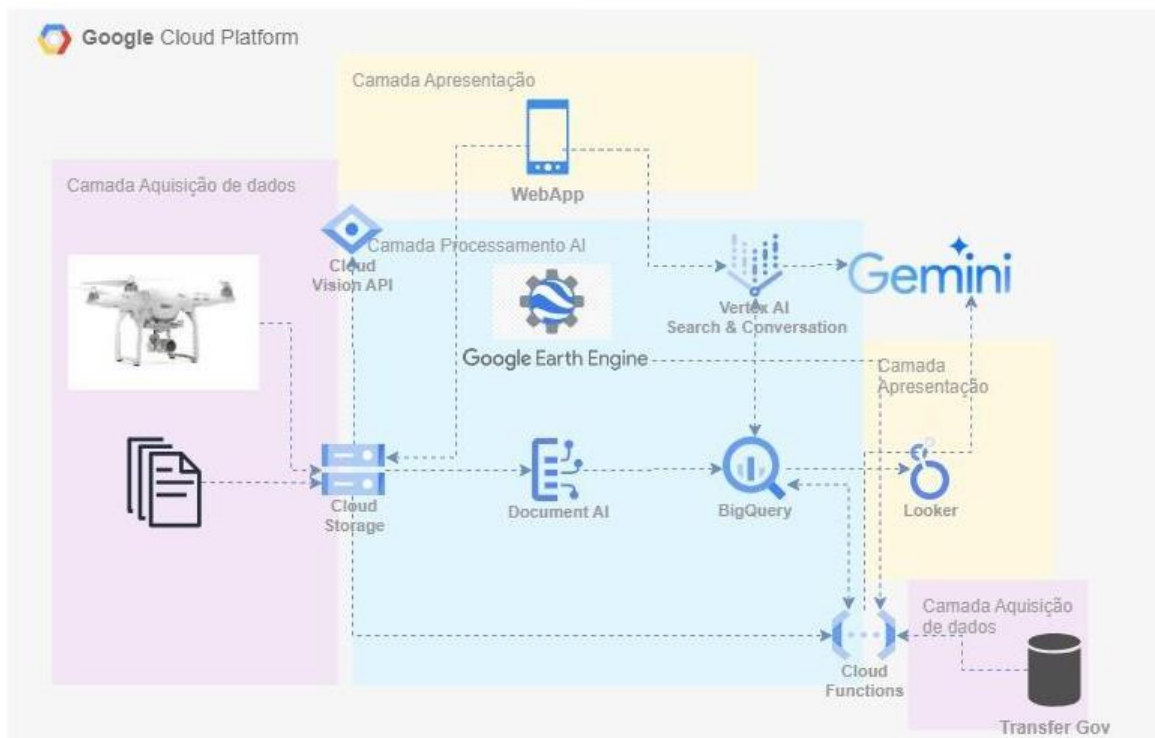
A adoção de soluções Google Cloud para a fiscalização remota de obras urbanas de calçamento e pavimentação pode trazer uma série de benefícios para o TCU, incluindo:

- **Aumento da eficiência:** A fiscalização remota pode reduzir o tempo e o custo da fiscalização.

- Melhoria da qualidade: A fiscalização remota pode permitir que o TCU identifique problemas ou atrasos nas obras de forma mais rápida e precisa.
- Aumento da transparência: A fiscalização remota pode tornar o processo de fiscalização mais transparente e acessível ao público.

O TCU já está utilizando soluções Google Cloud para diversas atividades, como o processamento de dados e a análise de informações. A adoção de soluções Google Cloud para a fiscalização remota de obras urbanas de calçamento e pavimentação pode ser um passo importante para a modernização do TCU e para a melhoria da eficiência e da qualidade da fiscalização das obras públicas.

A extração e armazenagem de dados serão baseados na seguinte arquitetura:



3. 4 Obtenção de Evidências

A coleta de evidências de riscos em uma obra será provisionada por tecnologias baseadas em Inteligência Artificial da Google, baseada em visão computacional, modelos de Machine Learning e modelos de IA Generativa Multimodal. Os dados serão obtidos por

fontes diversas (aplicação web, drones/VANTS e Satélites), segue o detalhamento dessas ações:

Ingestão e Processamento:

Coleta de Dados: imagens, vídeos e documentos (OCR):

- Utilização de drones equipados com câmeras de alta resolução (1080p, 4K) e sensores para capturar imagens e vídeos detalhados das obras, para identificar riscos, como por exemplo, falhas estruturais, irregularidades nas instalações, etc.
- As imagens capturadas serão georreferenciadas, utilizando GPS integrado, para sincronização com o Google Maps API, para obter a localização das obras.
- Ingestão de documentos: A ingestão de documentos é feita através do processo de OCR (Optical character recognition provisionado pela IA da Google), baseado no **Google Document AI**, e importado para o armazenamento em nuvem.

Upload e Armazenamento de Dados:

- Será feito o upload das imagens e vídeos capturados para uma plataforma de armazenamento em nuvem, o **Google Cloud Storage**, que pode ser facilmente integrada com outras ferramentas do **Google Cloud**.

Processamento e Análise de Imagens e Vídeos com Machine Learning e GenAI:

- Utilizaremos o **Google Cloud Vision AI** para analisar as imagens. Isso pode incluir a identificação de características específicas das obras, como buracos, fissuras, afundamentos ou outras anomalias, ou apenas fotos do local inspecionado pelos cidadãos através de crowdsourcing, drones e/ou por imagens de satélite.
- GenAI será usado para gerar insights automatizados a partir dos dados. Esse modelo pode ser utilizado para automatizar o processo de análise de riscos, tornando-o mais eficiente e preciso.

Integração com o Google Maps API:

- Uso da **API do Google Maps** para integrar as imagens capturadas com mapas georreferenciados, permitindo uma visualização contextualizada das obras.

Análise e Processamento de Dados com BigQuery:

- Utilização do Google BigQuery para processar grandes quantidades de dados de inspeção. Isso pode incluir a análise de tendências ao longo do tempo, comparação com dados de inspeções anteriores e identificação de padrões.

Apontamento de Evidências:

Categorização e Identificação de Riscos:

- **Análise de texto:** A análise de texto pode ser usada para identificar padrões e tendências nas evidências textuais.
- **Análise de dados:** A análise de dados pode ser usada para identificar padrões e tendências nos dados numéricos.
- **Machine learning e na visão computacional:** identificação do nível de risco e/ou tipos de irregularidades, evidenciadas por fotos e vídeos das obras.

Criação de um Quadro de Alerta de Riscos:

- Desenvolvimento de dashboards dinâmicos de demais componentes da camada de apresentação, utilizando **Aplicação Web Mobile**, o **Google Looker Studio** e páginas web para apresentar os achados de forma clara e acessível.
- Estes quadros irão incluir informações visuais, como fotos e ou vídeos, a descrição das camadas de risco identificadas e filtradas e/ou categorizadas por urgência, tipo, município, valor, datas de início e fim e demais metadados pertinentes ao TCU.

3. 5 Processamento das Evidências

O processamento de evidências para um quadro de alerta de riscos sobre uma obra pode ser realizado por meio de uma variedade de tecnologias, incluindo:

- **Inteligência Artificial (IA):** a IA pode ser usada para automatizar tarefas de processamento de dados, como a classificação de evidências e a identificação de padrões. Isso pode ajudar a reduzir o tempo e o custo do processo, bem como aumentar a precisão.
- **Análise de Dados:** a análise de dados pode ser usada para identificar tendências e padrões nas evidências. Isso pode ajudar a identificar riscos potenciais que podem não ser aparentes de forma imediata.
- **Visão Computacional:** a visão computacional pode ser usada para analisar imagens e vídeos de obras a fim de identificar evidências. Isso pode ajudar a identificar problemas que não podem ser vistos a olho nu.

O processamento de evidências para um quadro de alerta de riscos pode ser dividido nas seguintes etapas:

- **Coleta de Evidências:** as evidências devem ser coletadas de forma sistemática e completa. Isso pode incluir a coleta de dados de campo, a análise de documentos e a entrevista de testemunhas.
- **Processamento de Dados:** as evidências coletadas devem ser processadas para que possam ser analisadas. Isso pode incluir a limpeza de dados, a codificação de dados e a transformação de dados.
- **Análise de Dados:** as evidências processadas devem ser analisadas para identificar riscos potenciais. Isso pode incluir a análise descritiva, a análise exploratória e a análise preditiva.
- **Apresentação de Achados:** os achados da análise devem ser apresentados de forma clara e concisa. Isso pode incluir a criação de relatórios, a geração de alertas e a visualização de dados.

A escolha das tecnologias específicas a serem usadas dependerá de uma série de fatores, incluindo o tipo de evidências, o tamanho da obra e o orçamento disponível.

A seguir, são apresentados alguns exemplos específicos de como as tecnologias mencionadas acima podem ser usadas para o processamento de evidências para um quadro de alerta de riscos:

- **Inteligência Artificial e Machine Learning:** os modelos de machine learning serão aplicados para classificar as evidências de acordo com seu tipo, suas fotos, vídeos, documentos ou dados de campo. A IA também pode ser usada para identificar padrões nas evidências, como a presença de materiais perigosos ou a falta de medidas de segurança.
- **Análise de Dados:** A análise de dados pode ser usada para identificar tendências nas evidências, como um aumento no número de acidentes ou uma diminuição no desempenho de equipamentos. A análise de dados também pode ser usada para identificar riscos potenciais que não podem ser vistos a olho nu, como a presença de fissuras em estruturas ou a proximidade de linhas de energia.
- **Bigdata:** O big data permite o armazenamento e análise de grande quantidade de dados. Isso pode ser útil para identificar tendências e padrões que podem não ser visíveis em conjuntos de dados menores.
- **Visão Computacional:** a visão computacional pode ser usada para analisar imagens e vídeos de evidências. Por exemplo, a visão computacional pode ser usada para identificar trabalhadores em áreas perigosas ou para detectar falhas em equipamentos.

A adoção de um processo de processamento de evidências automatizado e baseado em tecnologias pode ajudar a melhorar a eficiência e a eficácia da gestão de riscos em obras.

3. 6 Comparação das evidências com o projeto

A comparação das evidências com o projeto inicial para inspeção da obras será realizada por meio de uma série de tecnologias Google Cloud, incluindo:

- **Inteligência artificial (IA):** A IA será usada para automatizar tarefas de comparação, como identificação de diferenças e análise de conformidade. Isso ajudará a reduzir o tempo e o custo da comparação.

- Bigdata: O bigdata permite o armazenamento e análise de grande quantidade de dados. Isso será útil para identificar padrões e tendências que podem não ser visíveis em conjuntos de dados menores.
- Machine learning (ML): O ML será usado para aprender com os dados e melhorar a precisão da comparação. Essa funcionalidade será desenvolvida por meio de treinamento de modelos de ML com dados históricos (textos, imagens e vídeos) dos locais de interesse, dados dos projetos e obras monitoradas e dados pós-obra.

O processo específico de comparação das evidências com o projeto inicial para inspeção das obras pode variar de acordo com o tipo de evidência coletada e os objetivos da inspeção. No entanto, de forma geral, o processo pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Coleta de evidências: Nessa etapa, as evidências são coletadas no local da obra. As evidências podem incluir dados de campo, como fotografias, vídeos e medições, bem como dados de documentos, como projetos, especificações e relatórios.
- Processamento de evidências: Nessa etapa, as evidências são processadas para extrair informações relevantes. O processamento pode incluir tarefas como limpeza, formatação, codificação e análise.
- Alinhamento das evidências com o projeto: Nessa etapa, as evidências são alinhadas com o projeto inicial. Isso pode ser feito manualmente ou por meio de ferramentas de IA.
- Análise de conformidade: Nessa etapa, é feita uma análise de conformidade das evidências com o projeto inicial. A análise pode incluir tarefas como identificação de diferenças, análise de riscos e geração de recomendações.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de tecnologias que podem ser usadas em cada etapa do processo de comparação das evidências com o projeto inicial:

Coleta de evidências:

- Fotografias e vídeos: satélites, drones e estratégias de Crowdsourcing podem ser usados para capturar fotos e vídeos das obras.

- Dados de documentos: Os documentos relacionados ms obras podem ser digitalizados e analisados por meio de ferramentas de OCR (reconhecimento óptico de caracteres).

Processamento de evidências:

- Inteligência artificial: A IA pode ser usada para identificar padrões e tendências nas evidências.
- Big data: O big data pode ser usado para armazenar e analisar grandes quantidades de dados de evidências.
- Machine learning: O ML pode ser usado para aprender com os dados de evidências e melhorar a precisão do processamento.

Alinhamento das evidências com o projeto:

- Análise de imagens: A análise de imagens pode ser usada para alinhar as evidências com o projeto inicial.
- Análise de dados: A análise de dados pode ser usada para alinhar as evidências com o projeto inicial.

Análise de conformidade:

- Comparação de dados: A comparação de dados pode ser usada para identificar diferenças entre as evidências e o projeto inicial.
- Análise de riscos: A análise de riscos pode ser usada para avaliar o impacto das diferenças entre as evidências e o projeto inicial.
- Geração de recomendações: A geração de recomendações pode ser usada para sugerir ações para corrigir as diferenças entre as evidências e o projeto inicial.

A escolha das tecnologias específicas a serem usadas na comparação das evidências com o projeto inicial deve ser feita de acordo com os objetivos da inspeção e as características das evidências coletadas.

Aqui estão alguns exemplos específicos de como as tecnologias podem ser usadas para realizar a comparação das evidências com o projeto inicial:

- A IA pode ser usada para identificar automaticamente diferenças entre as fotografias das obras e os desenhos dos projetos.
- O big data pode ser usado para armazenar e analisar grande quantidade de dados de medições das obras.
- O ML pode ser usado para aprender com os dados de medições das obras e identificar padrões que possam indicar problemas.

Ao usar tecnologias para realizar a comparação das evidências com o projeto inicial, é importante garantir que as tecnologias sejam confiáveis e que os resultados da comparação sejam precisos.

Assim, as evidências geradas, como fotografias e vídeos, serão armazenadas no **Google Cloud Storage**, permitindo que o Cloud Vision AI seja usado para extrair informações relevantes das imagens, como dimensões, materiais e condições. Essas informações serão então cruzadas com as informações relevantes extraídas da documentação do projeto pelo Natural Language API, tais como dimensões, materiais e especificações.

As diferenças identificadas podem indicar possíveis riscos ou problemas nas obras.

3.7 Comparação das evidências com os dados de execução

A comparação das evidências geradas com os dados de execução para inspeção das obras será realizada por meio de uma série de tecnologias Google Cloud, incluindo:

- Cloud Vision AI: O Cloud Vision AI será usado para analisar imagens e vídeos para identificar objetos, texto e outros elementos. Isso pode ser útil para comparar as evidências com os dados de execução para identificar possíveis desvios.
- Vertex AI: O Vertex AI será usado para executar algoritmos de aprendizado de máquina com objetivo de identificar através de imagens ou vídeos, possíveis desvios nas evidências em comparação com os requisitos e prazos de entrega estabelecidos no cronograma físico-financeiro do projeto. Como método comparativo, o modelo de inteligência artificial vai utilizar os documentos com os requisitos da obra, imagens ou vídeos com o avanço da obra no decorrer de um período e comparar com os prazos de entrega e eventos. A análise de imagens ou vídeos busca identificar se a obra possui material de trabalho,

profissionais presentes no canteiro de obra e se a obra cumpre com normas e conformidades.

- Cloud Storage: O Cloud Storage será utilizado para armazenamento de todos os dados gerados, sejam eles, documentos, imagens ou vídeos. Este armazenamento será a base de consulta para que as APIs de inteligência artificial possam utilizar como fonte.
- Cloud Natural Language: O Cloud Natural Language será usado para analisar os textos a fim de identificar padrões e tendências. Essa abordagem será útil para comparar as evidências com os dados de execução para identificar possíveis problemas de qualidade ou conformidade.
- Document AI: O Document AI será usado para processar grandes quantidades de documentos de evidências e dados de execução de forma rápida e eficiente. Essa abordagem será útil para comparar as evidências com os dados de execução em grandes projetos de construção.

O processo específico de comparação das evidências com os dados de execução pode variar de acordo com o tipo de evidência coletada, os dados de execução disponíveis e os objetivos da inspeção.

Comparação de evidências:

- Document AI: O Document AI será usado para comparar as evidências com os dados de execução de forma rápida e eficiente.
- Vision AI: O Vision AI será usado para comparar as evidências com os dados de execução de forma rápida e eficiente.
- Vertex AI: O Vertex AI será usado para executar algoritmos de aprendizado de máquina para identificar possíveis desvios nas evidências.

Apresentação de resultados:

- Looker: O Looker Studio será usado para gerar relatórios e gráficos dos resultados da comparação.
- Aplicação web mobile: A aplicação será utilizada para criação de front-ends de forma rápida e personalizável para compor a camada de aplicação e visualização da solução.

A escolha das tecnologias específicas a serem usadas na comparação das evidências deve ser feita de acordo com os objetivos da inspeção, as características das evidências coletadas e os dados de execução disponíveis.

3.8 Descoberta de achados: potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades

A descoberta de potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades nas obras será realizada por meio de uma série de tecnologias Google Cloud, incluindo:

- Inteligência artificial (IA): A IA será usada para identificar padrões e tendências nos dados de evidências e dados de execução. Isso pode ajudar a identificar potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades que podem não ser visíveis em conjuntos de dados menores.
- Bigdata: O bigdata permite o armazenamento e análise de grande quantidade de dados. Assim, será útil para identificar tendências e padrões que podem não ser visíveis em conjuntos de dados menores.
- Machine learning (ML): O ML será usado para aprender com os dados e melhorar a precisão da descoberta. Isso pode ser feito, por exemplo, por meio de treinamento de modelos de ML com dados históricos de inspeção de obras.

A escolha das tecnologias específicas que serão usadas na descoberta de potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades será feita de acordo com os objetivos da inspeção e as características das evidências coletadas.

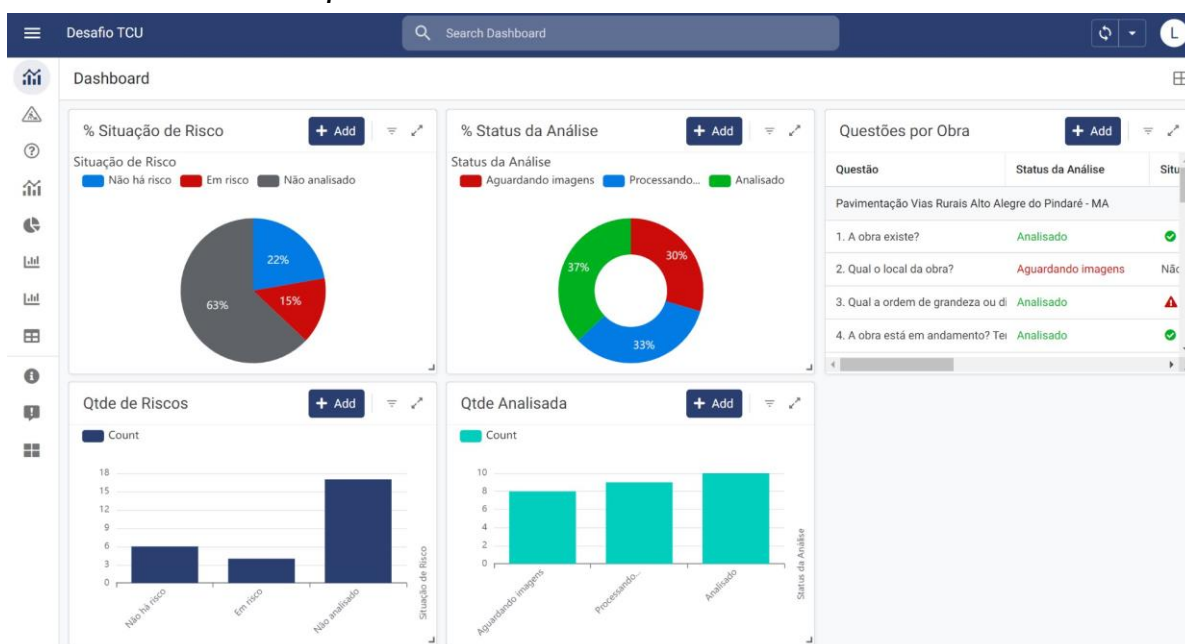
Nossa solução inovadora descobre potenciais inconsistências, irregularidades ou impropriedades em uma obra por meio das seguintes tecnologias:

- Um modelo de ML pode ser treinado para identificar padrões de falhas em estruturas de concreto. O modelo pode ser usado para analisar imagens e vídeos de estruturas de concreto para identificar possíveis falhas.
- Um algoritmo de IA pode ser usado para identificar anomalias em dados de sensores. O algoritmo pode ser usado para analisar dados de sensores, como temperatura, umidade e vibração, para identificar possíveis problemas.
- Um sistema de análise de texto pode ser usado para identificar padrões de linguagem que podem indicar problemas de qualidade ou conformidade. O

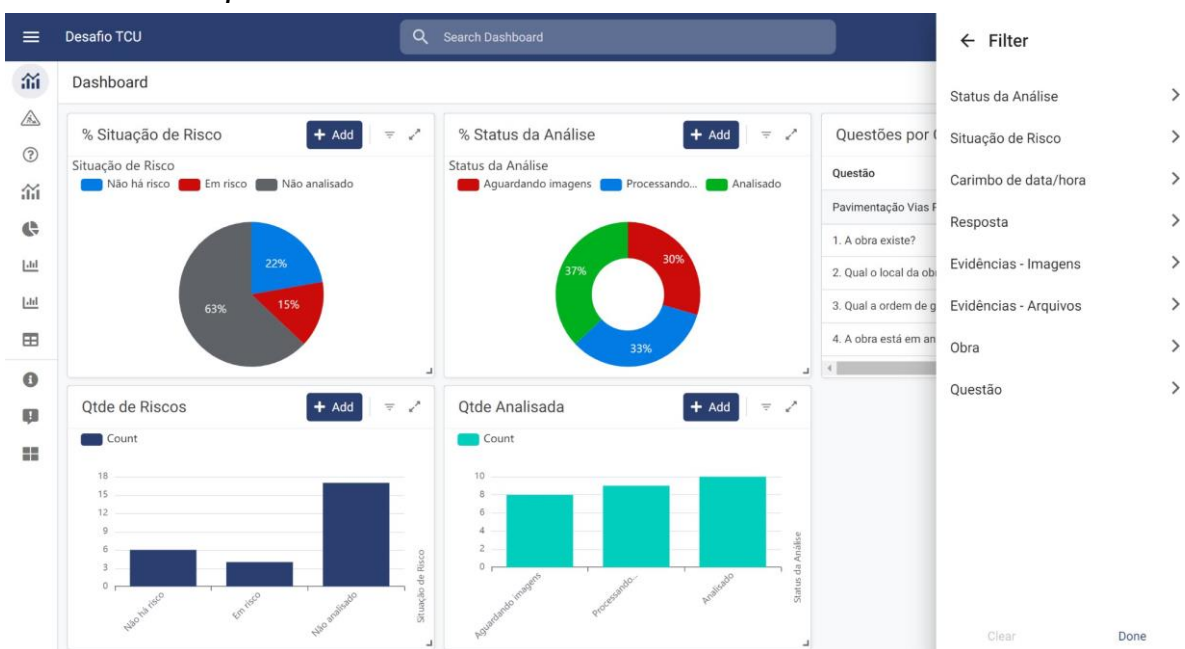
o sistema pode ser usado para analisar documentos relacionados às obras, como projetos, especificações e relatórios, para identificar possíveis problemas.

3.9 Apresentação dos achados

Painel de Acompanhamento e Alerta:



Filtros por Camadas de Risco:



Respostas às perguntas de camadas de Camadas de Risco:

The screenshot displays the Xertica.ai interface for a project titled "Pavimentação Vias Rurais Alto Alegre do Pindaré - MA". On the left, a map shows the location of "Chácara Macedão" in Alto Alegre do Pindaré, Maranhão, Brazil. The project details include the address "32243/24" and a description of asphaltic road services. On the right, a table titled "Questões de levantamento de riscos" (27) lists 13 questions with their analysis status and risk level.

Questão	Status da Análise	Situação de Risco	Carimbo de
1. A obra existe?	Analisado	✓ Não há risco	4/29/2024
2. Qual o local da obra?	Aguardando imagens	Não analisado	4/29/2024
3. Qual a ordem de grandeza ou di	Analisado	⚠ Em risco	4/29/2024
4. A obra está em andamento? Tem	Analisado	✓ Não há risco	4/29/2024
5. A obra possui a construção de	Processando...	Não analisado	4/29/2024
6. A obra em execução possui cal	Analisado	⚠ Em risco	4/29/2024
7. A obra possui a construção de	Analisado	✓ Não há risco	4/29/2024
8. A rua já possuía algum tipo de	Processando...	Não analisado	4/29/2024
9. É possível apontar baixa quali	Processando...	Não analisado	4/29/2024
10. Após a obra, a via está em usc	Processando...	Não analisado	4/29/2024
11. Quais serviços estão sendo ex	Processando...	Não analisado	4/29/2024
11.1 Sub-base ou base?	Analisado	✓ Não há risco	4/29/2024
11.2 Seria possível identificar qua	Analisado	⚠ Em risco	4/29/2024
11.3 Qual o tipo de revestimento?	Analisado	⚠ Em risco	4/29/2024

Relatório Detalhado da Obra:

The screenshot displays the "Relatório Detalhado da Obra" (Detailed Report of the Work) in the Xertica.ai interface. It shows a table with 13 rows, each representing a question from the risk assessment. The columns include the question, risk status, timestamp, response, evidence images, and the project name.

Questão	Situação de Risco	Carimbo de data/hora	Resposta	Evidências - Imagens	Obra
1. A obra existe?	✓ Não há risco	4/29/2024 6:17:29 PM	A obra existe no endereço Alto Alegre d...		Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
3. Qual a ordem de grandeza ou dimens	⚠ Em risco	4/29/2024 6:19:55 PM	Polígono do vetor da obra apontou dime...		Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
4. A obra está em andamento? Tem mat	✓ Não há risco	4/29/2024 8:46:29 PM	Técnicas de detecção de objetos sobre ...		Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
6. A obra em execução possui calçada?	⚠ Em risco	4/29/2024 6:35:53 PM	O modelo de detecção de objetos não id...		Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
7. A obra possui a construção de estrutu	✓ Não há risco	4/29/2024 6:32:41 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
11.1 Sub-base ou base?	✓ Não há risco	4/29/2024 8:47:57 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
11.2 Seria possível identificar qual o ma	⚠ Em risco	4/29/2024 8:48:06 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
11.3 Qual o tipo de revestimento?	⚠ Em risco	4/29/2024 9:49:43 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
12. Qual o percentual de execução da ol	✓ Não há risco	4/29/2024 9:50:16 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >
13. Qual é a localização das jazidas?	✓ Não há risco	4/29/2024 9:50:55 PM			Pavimentação Vias Rurais Alto Aleg >

Filtros por estado:

Painel de Acompanhamento e Alerta (MOCKUP)

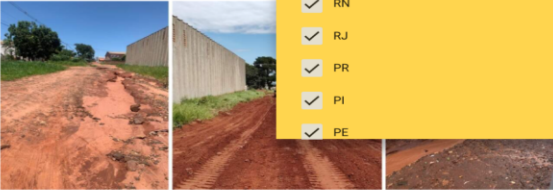
Camada de Risco Estado Município Início Projeto Fim Projeto

Dados do projeto


Substituição de pavimentação antiga por PAVI's em diversas Ruas do distrito de Sede do município de Domingos Martins - ES.

Serviços de Terraplanagem, Pavimentação, Drenagem e Urbanização na cidade de Boa Vista-RR.

SERVICO DE PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA, DRENAGEM E URBANIZAÇÃO NO BAIRRO JOÃO DE BARRO, MUNICÍPIO DE BOA VISTA - RR, 2ª ETAPA



TCU
TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO



Preço Projeto
1,909,571,348.4

Georreferenciamento (Lat/Long) da obra:

Painel de Acompanhamento e Alerta (MOCKUP)

Camada de Risco Estado Município Início Projeto Fim Projeto


Dados do projeto

Substituição de pavimentação antiga por PAVI's em diversas Ruas do distrito de Sede do município de Domingos Martins - ES.


Serviços de Terraplanagem, Pavimentação, Drenagem e Urbanização na cidade de Boa Vista-RR.

SERVICO DE PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA, DRENAGEM E URBANIZAÇÃO NO BAIRRO JOÃO DE BARRO, MUNICÍPIO DE BOA VISTA - RR, 2ª ETAPA

1 - 100 / 244



TCU
TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO



Preço Projeto
2,390,000

Street View da obra:

Painel de Acompanhamento e Alerta (MOCKUP)

Camada de Risco ▾
Estado ▾
Município ▾
Início Projeto ▾
Fim Projeto ▾

Dados do projeto ▾


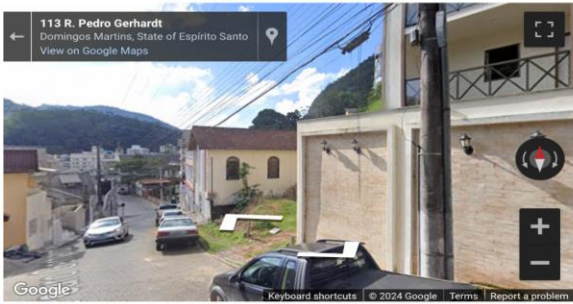
Pavimentação de Acesso a Praça Casa da Oração no Município de Barretos/SP



Pavimentação da estrada vicinal rural Walter Franco de Lima, denominada estrada Carlos Gomes.

Pavimentação da Rodovia Transaoriana no município de Capela de Santana/RS.

Pavimentação asfáltica.

101 - 200 / 244 < >

4. Camadas de Risco, perguntas e respostas:

Através da solução apresentada, temos condições de responder a todas as perguntas indicadas no edital, para as 3 Camadas de Risco.

Seguem abaixo as perguntas e como apresentaremos as respostas, considerando aspectos técnicos:

- 1. A obra existe?

A verificação da existência das obras será feita a partir da geolocalização dos endereços, transformando o endereço completo em coordenadas e plotando as coordenadas sobre as imagens capturadas. Dessa forma, identificaremos a existência ou não das obras, conforme as datas planejadas.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Geração de coordenadas usando a API do Google Maps e sobreposição com imagens de

satélite do período de referência do início das obras.

- **2. Qual o local da obra?**

Os endereços das obras serão geolocalizados e as coordenadas permitirão a identificação de todas elas.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Geocodificação de endereços usando API do Google Maps.

- **3. Qual a ordem de grandeza ou dimensões básicas da obra (quantidade, área, largura, comprimento etc.)?**

As obras identificadas serão vetorizadas, criando polígonos que possibilitarão calcular dados como: quantidade, área, largura e comprimento, bem como os centroides de cada uma delas.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de imagens de drones, aplicação de algoritmo de detecção de objetos, vetorização e cálculo de dimensões.

- **4. A obra está em andamento? Tem materiais, equipamentos e trabalhadores no local do trabalho?**

A verificação do andamento será realizada através de técnicas de detecção de objetos sobre imagens de alta resolução, identificando equipamentos, materiais e outros itens de interesse.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Imagens de drones e inspeção dos objetos de interesse.

- **5. A obra possui a construção de meio fio?**

Através do treinamento de um modelo de detecção de objetos, como Yolo, a solução permitirá a identificação das áreas de meio fio.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Imagens de drones e inspeção dos objetos de interesse.

- **6. A obra em execução possui calçada?**

Através do treinamento de um modelo de detecção de objetos, como Yolo, a solução permitirá a identificação das áreas de calçada.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Imagens de drones e inspeção dos objetos de interesse.

- **7. A obra possui a construção de estrutura de drenagem pluvial?**

Através do treinamento de um modelo de detecção de objetos, como Yolo, a solução permitirá a identificação das áreas de drenagem pluvial.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Imagens de drones e inspeção dos objetos de interesse.

- **8. A rua já possuía algum tipo de pavimentação antes da obra?**

Realizaremos a análise multitemporal, através das imagens capturadas sobre as áreas de interesse, para averiguação da existência de pavimentação asfáltica antes das obras.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Com imagens de satélite, será possível verificar a existência ou não de pavimentação com análise de imagens em datas distintas.

- **9. É possível apontar a baixa qualidade do pavimento (buracos, trincas, afundamentos no pavimento) e serviços mal executados na obra?**

Sim. Com modelos de Deep Learning para detecção de objetos, criaremos amostras, treinando e ajustando cada uma delas conforme o caso.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de vertex AI para treinamento do modelo para identificação das feições de interesse.

- **10. Após a obra, a via está em uso pela população, a área foi limpa e eventuais danos causados pela obra foram corrigidos?**

A usabilidade das vias, pós obra, poderá ser verificada com Maps e/ou Waze for Cities. Com imagens atuais provenientes de técnicas de Crowdsourcing e captação de drones, será possível identificar a necessidade da retirada de possíveis materiais deixados nas obras.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso do Maps e/ou Waze for Cities, bem como Crowdsourcing.

- **11. Quais serviços estão sendo executados? 11.1 Sub-base ou base? 11.2 Seria possível identificar qual o material? 11.3 Qual o tipo de revestimento?**

Serão geradas amostras para treinamento com imagens de base e sub-base e vários tipos de revestimento para classificação e identificação.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de vertex AI para treinamento do modelo para identificação das feições de

interesse.

- **12. Qual o percentual de execução da obra em andamento?**

Sabendo as dimensões da obra planejada (comprimento, largura e área) é possível estimar o percentual de execução com imagens fornecidas por drones.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de imagens de drones, aplicação de algoritmo de detecção de objetos, vetorização e cálculo de dimensões.

- **13. Qual é a localização das jazidas?**

Com informes de localização das jazidas (endereço ou coordenadas) é possível identificar a fonte e consultar a base de dados da ANM.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Geocodificação de endereços com API do Google Maps.

- **14. A obra de pavimentação está sendo executada no local previsto no projeto?**

Ortofotos ou imagens de satélite possuem coordenadas geográficas precisas, permitindo a identificação exata da localização, a verificação do local de execução das obras e a comparação com o local previsto no planejamento.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de imagens de satélite capturadas após a data de referência do início das obras.

- **15. A base e a sub-base estão no local previsto no projeto?**

A localização das bases e sub-bases serão aferidas com as ortofotos, provenientes de captções realizadas por drones.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Imagens de drones e inspeção dos objetos de interesse.

- **16. A base e a sub-base foram executadas com os materiais previstos no projeto?**

Com a classificação das bases e sub-bases, verificaremos a natureza dos materiais e será feita a validação conforme o projeto.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Cruzamento de dados levantados com a classificação por drones.

- **17. Qual é a espessura do pavimento e das camadas de base e sub-base?**

Serão necessárias fotos de perfil da camada, tiradas localmente.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de fotografias tiradas no local.
- **18. A dimensão da via/pavimentação está de acordo com a especificação?**

Será feita a geração de polígonos (vetorização), com imagens de drones, para identificação do comprimento e largura das vias pavimentadas, permitindo análise profunda e apontamento de conformidade/desconformidade com as especificações indicadas.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de imagens de drones, aplicação de algoritmo de detecção de objetos, vetorização e cálculo de dimensões.
- **19. É possível apontar inexecução, no todo ou em parte, de algum serviço previsto em comparação com o projeto?**

Sim, sabendo o planejamento de cada obra, como: sua data inicial planejada para execução. A partir disso, é possível estimar o avanço ou não de cada etapa da obra.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de imagens de satélite para a detecção de obra existente ou não no endereço planejado.
- **20. É possível identificar a Distância Média de Transporte - DMT entre a obra e a(s) jazida(s) e compará-la com a prevista no projeto?**

Sim, desde que sejam apresentadas as coordenadas das jazidas. Com a localização das jazidas e a distância entre obras, jazidas poderão ser verificadas via posicionamento e comparadas com o planejamento.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Geocodificação de endereços usando API do Google Maps.
- **21. Os equipamentos, materiais e métodos construtivos da obra são compatíveis com o previsto no projeto e com as normas técnicas?**

Será treinado um modelo para detecção de materiais usados, como equipamentos, bem como a verificação da conformidade com o planejado para o projeto.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de

inspeção: Uso do vertex AI para treinamento de modelos para as feições propostas.

- **22. É possível identificar a execução de serviço não previsto no orçamento da obra?**

Sim. É possível, comparando o local de execução e tipo de serviço com o as informações previstas nos projetos.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Geocodificação de endereços usando API do Google Maps.

- **23. A obra possui controle tecnológico?**

Com o envio de evidências, via registros fotográficos, geração de coordenadas e utilização de aplicativo mobile desenvolvido para este fim, esse dado pode ser apresentado.

- Para apresentação de resposta a esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de aplicativo de campo.

- **24. A execução da obra está compatível com o cronograma?**

Será aferida a porcentagem de execução da obra através das várias amostras.

- Para apresentação de resposta m esta pergunta podem ser utilizados os seguintes métodos de inspeção: Uso de ortofotos de imagens de drone para acompanhamento de estágios de obra, onde cada ortofoto da etapa (fase da obra) será utilizada em treinamento de modelo com IA para predizer a porcentagem da obra atual.

5. Suporte e Sustentação:

- Abertura de chamado via portal, telefone e chat
- Criação de relatórios customizados
- Criação de até 100 alertas de monitoramento
- Suporte em acesso IAM
- Sustentação de Backup com snapshot
- Otimização do ambiente com relatório mensal
- Automatização de processos
- Gestor técnico de conta compartilhado
- 24 horas de consultoria cumulativa bimensalmente em horário comercial
- SLA de primeira resposta de 1 hora
- Horário de suporte 24x7

Prioridade	Descrição	7x24
Crítica	Casos que impeçam total ou parcialmente o normal funcionamento da aplicação e que impliquem a impossibilidade de acesso aos serviços	Primeira resposta: 1 hora
Alta	Casos que impeçam o normal funcionamento da infraestrutura que impactem diretamente nas atividades fim da operação.	Primeira resposta: 2 horas Solução: 16 horas
Média	Casos que impeçam o normal funcionamento da infraestrutura que impactem atividades consideradas não críticas.	Primeira resposta: 3 horas
Baixa	Casos que impeçam o normal funcionamento das opções de geração de relatórios ou consultas que impactem atividades consideradas não críticas como consultas ou relatórios de movimentos contábeis ou orçamentários, etc.	Primeira resposta: 4 horas

6. Repasse de conhecimento

- Repasse de conhecimento nas ferramentas utilizadas para a construção da solução contemplando uma turma de até 15 usuários. As sessões possuem um tempo de duração de duas horas divididas em 10 sessões, totalizando 20 horas de treinamento.

7. Classificação da Solução Inovadora na escala TRL:

TRL – Technology Readiness Level			
N	Denominação	Classificação	Justificativa técnica
1	Potencial de Resolução	5	A solução inovadora aqui apresentada demonstra alta capacidade, apresentando os dados em uma interface intuitiva e de fácil utilização. Ela responde a todas as perguntas elencadas, permitindo diferentes tipos de análise e segmenta as obras de acordo com as Camadas de Risco sugeridas. A solução possibilita a fiscalização e monitoramento de todas as obras de forma remota. Os Métodos de Inspeção utilizados permitem análises completas, identificando objetos, avaliando a conformidade e evolução das obras, além de permitir a comparação entre os projetos planejados e as etapas de execução.

2	Prontidão Tecnológica da Solução	5 (TRL9)	A solução é apresentada em fase de protótipo, já com dados de ambientes reais sendo analisados. Todavia, a principal tecnologia utilizada, ou seja, o Google Earth Engine está em produção e foi largamente testada. O detalhamento das funcionalidades e possibilidade de integração de dados através de diversas fontes destaca a solução frente a concorrência, demonstrando alto nível de acuracidade. A solução indica capacidade tecnológica elevada e apresenta as informações analisadas através de várias opções.
3	Capacidade de Execução	5	A Xertica.ai foi capaz de demonstrar seu poder de desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à realidade de negócio do Tribunal de Contas da União, indicando ter alta capacidade de fomentar a solução ideal para este desafio, através dos aceleradores que já tem desenvolvidos, além de documentos indicando experiência prévia em outros projetos.
4	Custo-benefício	5	A implementação da solução inovadora da Xertica.ai, aqui detalhada, garante alto nível de assertividade e detalhamento de dados, indicando que sua utilização terá alto impacto para os processos de trabalho do TCU. A solução aponta diferentes possibilidades de utilização, através de diversos Métodos de Inspeção. Cada possibilidade apresenta preço e nível de análise específicos. Esse formato é aderente à necessidade do TCU, haja vista que permite a otimização de custos de acordo com as características específicas das obras analisadas.
5	Viabilidade Econômica	5	A solução inovadora da Xertica.ai foi concebida com foco na otimização de custos, utilizando recursos de forma estratégica e eficiente. A solução não apenas se alinha perfeitamente à visão do projeto, mas também supera as expectativas de viabilidade econômica. Através de uma gestão estratégica de recursos e otimização de processos, conseguimos alcançar 100% dos resultados previstos dentro do orçamento estipulado. A solução inovadora que apresentamos se destaca por sua aderência à visão do projeto, viabilidade econômica excepcional e capacidade de alcançar 100% dos resultados dentro do orçamento previsto. Além disso, a flexibilidade da solução permite a implementação de otimizações adicionais ao longo da execução do projeto, garantindo a entrega de um projeto de alta qualidade com o máximo retorno sobre o investimento.preço e nível de análise específicos. Esse formato é aderente a necessidade do TCU, haja vista que permite a otimização de custos de acordo com as características de cada obra analisada.

8. Valores do Projeto

a. Estimativa de valores de nuvem

Componente	Montante	Link Calculadora
Cloud Storage	3 TB	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=80407d3b-1a9b-4013-8f3b-6a86e293b780
Document AI OCR	500.000 Páginas Mês	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=a4b3a216-8158-471d-b022-209feec2e0a6
Vision AI - Image	40mil objetos mês	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=d0c5e9a8-4a79-42fd-bc44-991bbccf062f
Vision AI - Vídeo	400mil Objetos Mês	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=5ebd32dc-ed91-4faf-8cb4-2bc79e35ade1
BigQuery	1 TB	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=aa484141-11ed-49ef-9298-0ed458643019
Vertex Search & Conversation	2 mil perguntas e buscas por mês	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=5dd38d07-69e3-4b3e-8f10-296edd90e2d2
Consumo Google Earth Engine	Licença Mensal	https://cloud.google.com/earth-engine/pricing?hl=pt-br
Cloud Functions	1 MM execuções mês	https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=fd984341-50bd-4dcf-939e-7d892bb8ed45
Looker Studio	Licença	Free
Consolidado		https://cloud.google.com/products/calculator-legacy#id=8bead86c-411e-4418-bc48-306cbec25614

b. Estimativa Valores Desenvolvimento

Desenvolvimento			
Perfil	Horas	Valor Hora R\$	Total R\$
Project Manager	360	R\$ 250,00	R\$ 90.000,00
Engagement Manager	360	R\$ 250,00	R\$ 90.000,00
Lead Architect	100	R\$ 400,00	R\$ 40.000,00
UI Analyst	150	R\$ 300,00	R\$ 45.000,00

UX Analyst	150	R\$ 300,00	R\$ 45.000,00
2x Full Stack Software Developer	400	R\$ 350,00	R\$ 140.000,00
2x ML Engineer	500	R\$ 350,00	R\$ 175.000,00
2x Data Engineer	500	R\$ 350,00	R\$ 175.000,00
2x Test Analyst	300	R\$ 300,00	R\$ 90.000,00
Analista de Requisitos	200	R\$ 300,00	R\$ 60.000,00
Valor Total			R\$ 950.000,00

c. Teste e homologação

Período	Descrição	Valor Mensal	Valor 9 meses R\$
9	Teste e homologação	R\$ 46.666,67	R\$ 420.000,00

d. Valor total da solução

Item	Valor Mensal	Valor 9 meses R\$
Estimativa valores desenvolvimento	R\$ 105.555,56	R\$ 950.000,00
Estimativa valores testes e homologação	R\$ 46.666,67	R\$ 420.000,00
Estimativa serviço de drones*****	por obra	R\$ 230.000,00
Valor Total*	R\$ 152.222,22	R\$ 1.600.000,00**

*Após a finalização da vigência inicial (9 meses), o TCU deverá arcar com todos os custos provenientes da solução, como: consumo de nuvem, serviços gerenciados e serviços de captação e processamento de imagens por drones.

**Considerando os valores de referência do edital e §10 do art. 13 da Lei Complementar 182/2021, confirmamos que nossa solução de inovação atende plenamente o orçamento previsto.

***Inspeções adicionais ou fora do escopo serão cobradas na sua totalidade conforme apontados no item 8.e. - Valores por inspeção).

****Considerando que o trabalho de desafio de inovação é comum, entendemos que o time do TCU atuará de forma conjunta com o time técnico da Xertica.ai, de forma a entregar o conhecimento necessário (validações técnicas de engenharia, modelos de relatórios existentes, modelos de contratos anteriores, composição jurídica, dentre outros) para que a solução performe da maneira esperada.

*****O valor apresentado para estimativa de serviço de drones inclui 35 diárias , considerando o tempo de deslocamento até cada uma das obras. Outros métodos poderão ser utilizados para análise das demais obras.

e. Valores por inspeção***

Inspeção por Crowdsourcing		
Componente	Montante	Custo por Inspeção
Cloud Storage	3 TB	R\$ 55.49
Document AI OCR	200.000 documentos por ano	R\$ 386.31
Vision AI - Image	40mil objetos mês	R\$ 45.29
Vision AI - Video	400mil Objetos	R\$ 463.34
Bigquery	1 TB	R\$ 12.04
Vertex Search & Conversation	2 mil projetos por ano / Mes X 10 perguntas mês	R\$ 9.29
Gemini AI	200 requests por dia	R\$ 6.44

Cloud Functions	1 MM execuções mês	R\$ 60.17
Looker Studio		Free
Consolidado		R\$ 1,038.37

Inspeção por Satélites		
Componente	Montante	Custo por Inspeção
Cloud Storage	3 TB	R\$ 55.49
Document AI OCR	200.000 documentos por ano	R\$ 386.31
Vision AI - Image	40mil objetos mês	R\$ 45.29
Vision AI - Video	400mil Objetos	R\$ 463.34
Bigquery	1 TB	R\$ 12.04
Vertex Search & Conversation	2 mil projetos por ano / Mes X 10 perguntas mês	R\$ 9.29
Gemini AI	200 requests por dia	R\$ 6.44
Consumo Google Earth Engine	Licença Mensal	R\$ 909.09
Cloud Functions	1 MM execuções mês	R\$ 60.17
Looker Studio		Free
Consolidado		R\$ 1,947.47

Inspeção por Drones		
Componente	Montante	Custo por Inspeção
Cloud Storage	3 TB	R\$ 55.49

Document AI OCR	200.000 documentos por ano	R\$ 386.31
Vision AI - Image	40mil objetos mês	R\$ 45.29
Vision AI - Video	400mil Objetos	R\$ 463.34
Bigquery	1 TB	R\$ 12.04
Vertex Search & Conversation	2 mil projetos por ano / Mes X 10 perguntas mês	R\$ 9.29
Gemini AI	200 requests por dia	R\$ 6.44
Drone	Por obra	R\$ 8,235.00
Cloud Functions	1 MM execuções mês	R\$ 60.17
Looker Studio		Free
Consolidado		R\$ 9,273.37

Inspeção por Satélites + Drones		
Componente	Montante	Custo por Inspeção
Cloud Storage	3 TB	R\$ 55.49
Document AI OCR	200.000 documentos por ano	R\$ 386.31
Vision AI - Image	40mil objetos mês	R\$ 45.29
Vision AI - Video	400mil Objetos	R\$ 463.34
Bigquery	1 TB	R\$ 12.04
Vertex Search & Conversation	2 mil projetos por ano / Mes X 10 perguntas mês	R\$ 9.29
Gemini AI	200 requests por dia	R\$ 6.44
Consumo Google Earth Engine	Licença Mensal	R\$ 909.09

Drone	Por obra	R\$ 8,235.00
Cloud Functions	1 MM execuções mês	R\$ 60.17
Looker Studio		Free
Consolidado		R\$ 10,182.47

9. Conclusão

Acreditamos que a solução proposta é inovadora e atende aos requisitos do desafio proposto pelo TCU. A presente proposta apresenta uma solução inovadora para a fiscalização remota de obras de calçamento e pavimentação urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas. Ela é baseada em uma combinação de tecnologias de inteligência artificial, estratégias crowdsourcing, serviço de drones e análise de dados. Os dados coletados são então usados para gerar evidências sobre o andamento das obras, que são apresentadas automaticamente aos técnicos do TCU.

A solução proposta oferece os seguintes benefícios:

- **Eficiência:** A solução permite que a fiscalização das obras seja realizada remotamente, o que economiza tempo e recursos.
- **Precisão:** A solução utiliza tecnologias de inteligência artificial para garantir a precisão das evidências coletadas.
- **Transparência:** A solução fornece evidências claras e objetivas sobre o andamento das obras, o que contribui para a transparência do processo de fiscalização.

Acreditamos que, com o apoio do TCU, a solução proposta poderá ser implementada com sucesso e trazer benefícios significativos para a fiscalização de obras públicas no Brasil. Observamos também que a solução poderá ser utilizada para a fiscalização de outros tipos de obras, além das obras de pavimentação urbana, com o modelo já criado e que pequenas adaptações técnicas serão suficientes para novas aplicações, haja vista a identificação de novos objetos.

É importante destacar que a experiência da Xertica.ai e os aceleradores já desenvolvidos garantirão a entrega da solução no menor tempo possível, facilitando ainda a evolução das ferramentas.

Agradecemos ao Tribunal de Contas da União pela oportunidade de participar deste desafio. Acreditamos que este desafio é uma oportunidade importante para promover a inovação na fiscalização pública e contribuir para a melhoria da qualidade das obras de infraestrutura no Brasil.