



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

1. Projeto para monitoramento de obras

Este projeto surge como resposta ao desafio de inovação proposto pelo Tribunal de Contas da União (TCU) para aprimorar a fiscalização de obras de pavimentação urbana. A proposta visa combinar métodos já estabelecidos de acompanhamento de obras com o desenvolvimento de um software personalizado, especificamente adaptado às exigências do edital. Além disso, busca-se validar a eficácia do monitoramento por satélite como um suporte eficiente para a fiscalização por meio de aplicativos.

O projeto detalha um Minimum Viable Product (MVP) e a estrutura inicial do aplicativo, destacando sua capacidade de personalização para atender às demandas específicas da fiscalização de obras. O documento também inclui uma análise detalhada da solução proposta, bem como um estudo de viabilidade do uso de imagens de satélite como recurso de apoio. Além disso, o projeto apresenta projeções para a expansão do sistema, visando o monitoramento de até 2000 obras, o que demonstra sua escalabilidade e potencial de impacto.

Por meio dessa iniciativa, pretende-se não apenas atender às exigências do edital, mas também promover avanços significativos na forma como a fiscalização de obras de infraestrutura é conduzida. A integração de tecnologias como imagens de satélite e aplicativos móveis não apenas aumentará a eficiência do processo, mas também contribuirá para a transparência e a eficácia na gestão de recursos públicos destinados a obras urbanas.

2. Partes envolvidas no Projeto

2.1 Atlantis Technologies

www.Atlantiscorp.com.br



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Conforme o edital de contratação de startups e tecnologias inovadoras para o monitoramento de obras públicas do Tribunal de Contas da União, a Atlantis Technologies é o stakeholder responsável pelo gerenciamento das parcerias desenvolvidas para a entrega da solução.

A empresa fornece soluções complexas utilizando tecnologias de ponta para resolver problemas de forma simples e eficiente. Atualmente possui projetos para os setores de saúde, agronegócio e defesa/segurança. Entre as tecnologias utilizadas em seus projetos destacam-se VANTs, RPAs, câmeras especiais, sistemas de cadeados inteligentes, sistemas de blockchain, sistemas para operação de armamentos de forma remota.

Dentre os projetos desenvolvidos pela Atlantis, destaca-se o case de vigilância genômica para a Fiocruz, no qual a empresa estará otimizando a logística de saúde no transporte de amostras biológicas e outros equipamentos médicos utilizando drones para um transporte mais rápido, barato e seguro.



Apresentação Institucional

2.2 Suporte do InfraLab da UnB

O Laboratório de Infraestrutura – INFRALAB, como iniciativa da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, tem como objetivo proporcionar um espaço para o desenvolvimento de conhecimento interdisciplinar, fomentando ações de pesquisa, ensino e extensão no contexto de agregar as diferentes competências do conhecimento tecnológico da FT-UnB, estabelecendo diálogo com outras unidades da UnB, instituições públicas e privadas e sociedade civil organizada.



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Trata-se de uma unidade de estudos e de capacitação especializada em infraestruturas e na sua inserção coerente em estratégias de desenvolvimento territorial.

O INFRALAB tem caráter interinstitucional, articulando universidades e institutos de pesquisa do Brasil, assim como os setores público e privado, no objeto a que se propõe dedicar. O INFRALAB funciona como ponto de contato para as companhias, instituições públicas, associações de classe e instituições de ensino e pesquisa, visando uma análise científica sólida das políticas setoriais, das estratégias empresariais e do planejamento estratégico das infra estruturas inseridas em projetos de desenvolvimento territorial. Em ação conjunta das instituições integradas na unidade, o INFRALAB desenvolve programas de pesquisa e coordena projetos interdisciplinares de pesquisa, assim como realiza atividades de capacitação, articulando as diversas disciplinas pertencentes à árvore cognitiva pertinente ao seu objeto, cobrindo diversas formas de pesquisa praticadas nas universidades e nos centros de pesquisa, sejam elas pesquisas básicas, ou aplicadas.

O laboratório integra professores e alunos da UnB, de diferentes departamentos da FT-UnB e de outras unidades parceiras, bem como, por um processo aberto de adesão, e incentiva parcerias interinstitucionais sobre a temática infraestrutura.

Fiscalização de obras envolve diferentes ações para atingir o objetivo almejado. Não só o registro de algo executado, mas também da forma da execução para que o executado tenha o desempenho esperado ao longo de sua vida útil. Nesse sentido, existem procedimentos previstos em normas e ou manuais, comumente indicados nos Termos de Referência de Editais de Obras, principalmente públicas. As evidências sobre o andamento das obras sem necessidade de visita ao local pelos técnicos do TCU é um desafio que pode ser atendido com técnicas e tecnologias alternativas. Assim, é importante que cada uma destas, tenha a participação de profissionais experientes e vivenciados para consolidação da solução inovadora para o desafio proposto. Destaca-se, a relevância dessa consolidação, com a participação do TCU e da equipe multidisciplinar envolvida na proposta, tendo em vista que é uma solução que possa ser incorporada à cultura do órgão, sem muitos impactos nos procedimentos internos. Não necessariamente os profissionais envolvidos nessa primeira etapa, estarão envolvidos nas atividades executivas da solução. Pela temática, considera-se importante parceria com Centro de Pesquisa de Instituição de Ensino, cujas atividades sejam relacionadas às obras objeto de avaliação.



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Na Universidade de Brasília (UnB), o Laboratório de Infraestrutura – Infralab – vem desenvolvendo muitos Projetos de Pesquisa para soluções de infraestrutura, desde 1995, para órgãos e concessionárias de rodovias e ferrovias, empresas públicas e privadas, instituições de ensino e outras. Assim, não só pela facilidade de comunicação, por estar situado em Brasília, durante o processo de consolidação da Solução pode-se contar com a expertise de docentes com currículo contando com anos de trabalhos das práticas de engenharia, no particular dentro da temática do Edital. Deste renomado Centro de Pesquisa Infralab, haverá a participação de docentes doutores do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia (PPGG), que é um dos 7 únicos Programas de Excelência Acadêmica (PROEX), pela avaliação da CAPES, na UnB. A seguir apresenta-se uma síntese do currículo destes pesquisadores que trabalharão na etapa de consolidação.

Prof. Marcio Muniz de Farias (<http://lattes.cnpq.br/5345279954551868>). Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (1983), mestrado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1986), doutorado na University of Wales at Swansea, UK (1993), pós-doutorado no Nagoya Institute of Technology-NIT, Japão (1998) e Especialidade em Projeto Rodoviário pela JICA, Japão (2000). É professor da Universidade de Brasília desde 1986, pesquisador nível PQ-1B do CNPq, membro do comitê editorial científico de revistas nacionais e das internacionais. Tem experiência nas áreas Geotecnia e Pavimentação, com ênfase em Métodos Numéricos, atuando principalmente nos seguintes temas: pavimentação, análise numérica e modelos constitutivos. Orientou 32 teses de doutorado, 55 dissertações de mestrado e vários trabalhos projetos de iniciação científica e de graduação. Publicou mais de 380 trabalhos científicos. Recebeu dez prêmios científicos e proferiu várias palestras e keynote lectures em eventos internacionais. Coordena diversos projetos com financiamento institucional da CAPES, CNPq e FAPDF. Tem atuado como consultor das agências nacionais de fomento à pesquisa, foi membro do Conselho Superior da FAPDF, do Comitê Assessor de Engenharias do CNPq e do Comitê de Avaliação de Pós-graduação em Engenharias I da CAPES. Atualmente é Professor Titular e Diretor do Laboratório de Infraestrutura da Universidade de Brasília.

Prof. Rafael Cerqueira Silva (<http://lattes.cnpq.br/7644774454862879>). Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mestrado e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), ambos na área de Geotecnia. Especialização em Análise Ambiental (UFJF). Atualmente é Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília (UnB/FT/ENC/Geotecnia), sendo



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia (Programa de Excelência Acadêmica – PROEX). Presidente do Comitê Técnico de Pavimentação (CTP) da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS). Foi Coordenador do Laboratório de Geotecnia da UnB (2020/2021). Publicações em periódicos científicos, anais de congressos e capítulos de livros. Orientações de trabalhos científicos. Coordenador e integrante de Projetos de Pesquisa em parceria com as Instituições Acadêmicas e Setores Públicos e Privados. Desenvolvimento de tecnologias, metodologias e manuais técnicos. Fundador da ENGGEOTECH em 2002, sendo Diretor Técnico até 05/2019. Consultor na área de engenharia geotécnica, com mais de 23 anos de experiência, atuando em drenagem, estabilidade de taludes/encostas, estruturas de contenção, análises de risco de deslizamentos, ensaios de campo e laboratoriais, instrumentação, monitoração e pavimentação – rodoviária e ferroviária.

Algumas notícias sobre trabalhos já realizados com o DNIT:

<https://www.gov.br/nit/pt-br/assuntos/noticias/nit-assina-acordo-com-a-universidade-de-brasilia-para-criacao-da-escola-nacional-de-infraestrutura>.

<https://noticias.unb.br/117-pesquisa/4273-unb-e-dnit-fecham-parceria-para-dimensionamento-de-rodovias-em-todo-o-pais>.

3. Monitoramento Remoto

A fim de demonstrar de maneira inicial a solução proposta, foi realizada uma simulação da proposta de monitoramento remoto de uma obra na Universidade de Brasília.

O vídeo acessível pelo QR code abaixo simula um técnico da Atlantis utilizando uma plataforma para acompanhar uma obra e solicitar fotos e vídeos de pontos específicos, para analisar o material posteriormente e elaborar um relatório.

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



Objetivando avaliar o recurso de execução de vídeo registro para avaliação da condição da obra foram realizados testes contemplando as atividades de campo e escritório. Estas atividades foram avaliadas de duas formas: (i) tempo real (visualização e orientação); e (ii) visualização do registro das imagens da obra.

A ideia principal do teste da filmagem em tempo real foi a simulação de como seria a interface do especialista em escritório com a pessoa presente em campo. Nesse sentido, visando uma situação mais extrema, a filmagem demo orientada pelo especialista foi realizada por uma pessoa sem conhecimento técnico de obra de pavimentação e drenagem, com um celular de resolução média. As impressões foram positivas, pois houve uma boa comunicação entre as partes. O especialista em escritório com base na visualização em tempo real conseguiu orientar a execução da filmagem para identificar os itens possíveis de avaliação para a etapa da obra. Evidentemente que o sucesso dessa atividade vai depender das internet das duas partes. Como as obras, em sua maioria, são em perímetro urbano, normalmente a internet de campo é satisfatória para a troca de informações audiovisuais em tempo real. Assim, verificou-se a viabilidade do procedimento, que pode ser inclusive executado em campo por pessoas sem conhecimento técnico, desde que orientado pelo especialista. Para obras sem cobertura de sinal de internet, será aplicada solução utilizando Starlink, essa solução será descrita em maiores detalhes em tópico próprio neste documento.

Após o download da filmagem, tem-se a segunda etapa, referente à visualização do vídeo registro com recursos de reduzir a velocidade do vídeo, bem como, pausar. Nos testes realizados, constatou-se que a qualidade da imagem é melhorada de forma significativa, devido à independência da internet. Esse processo pode ser feito de forma rápida, sendo muito importante que seja feito antes da desmobilização do apoio de campo. Conforme a qualidade da imagem

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

autoriza-se ou não a desmobilização. Se a qualidade não proporcionar um registro adequado, repete-se a filmagem de campo, até que fique em conformidade com o objetivo final. Em termos de relatório, pode-se incluir fotos da obra, por meio de capturas de imagem do vídeo das evidências que validam ou não a execução da obra.

A conectividade em locais remotos onde ocorrem obras a serem fiscalizadas pode ser crucial para o sucesso do projeto de fiscalização remota de obras de pavimentação urbana proposto pelo TCU. Nesses locais, a disponibilidade de internet pode ser limitada, o que dificulta a transmissão de dados e informações necessárias para a fiscalização eficiente das obras. Para superar esse desafio, três possibilidades podem ser consideradas:

1. **Responsabilidade do TCU:** O Tribunal de Contas da União poderia assumir a responsabilidade de providenciar os equipamentos necessários para garantir a conectividade, como as Starlinks da SpaceX. Isso garantiria que a infraestrutura de comunicação esteja sob controle da entidade responsável pela fiscalização, assegurando assim a disponibilidade de internet nos locais remotos onde ocorrem as obras.
2. **Responsabilidade da empresa realizando a obra:** Outra opção seria atribuir a responsabilidade de providenciar a conectividade à empresa que está realizando a obra. Isso poderia ser incluído como parte do contrato de execução da obra, garantindo que a empresa tenha os recursos necessários para garantir a transmissão de dados e informações para a fiscalização remota.
3. **Responsabilidade da empresa fiscalizadora:** Por fim, a responsabilidade de garantir a conectividade também poderia ser atribuída à empresa ou órgão responsável pela fiscalização das obras. Nesse caso, a empresa fiscalizadora seria responsável por providenciar os meios necessários para garantir a transmissão de dados, o que poderia incluir a instalação de equipamentos como as Starlinks nos locais remotos.

A escolha de uma solução de conectividade para locais remotos onde ocorrem obras a serem fiscalizadas se justifica pelo baixo custo e pela grande abrangência dessa tecnologia no território nacional. Utilizando uma constelação de satélites em baixa órbita, essa solução fornece internet de



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

alta velocidade em áreas mal atendidas por infraestrutura terrestre. Comparativamente, seu custo de implantação e operação é mais acessível que a instalação de infraestrutura terrestre convencional. A ampla cobertura proporcionada pelos satélites torna essa tecnologia uma opção viável para garantir a conectividade em locais remotos, onde a infraestrutura convencional pode ser inadequada ou inexistente. Ao adotar essa solução, o projeto de fiscalização remota de obras de pavimentação urbana poderá superar um dos principais desafios enfrentados nesse contexto, garantindo a eficiência e a eficácia da fiscalização.

4. Software customizável

Para realização do monitoramento remoto, será desenvolvido um software próprio para a solução proposta, que será customizado ao longo das tratativas desse desafio, adaptando as funcionalidades conforme necessário para chegar no resultado esperado pelo TCU.

Para o desenho inicial, levamos em consideração a demanda "Queremos evidências sobre o andamento das obras que sejam colhidas sem a presença dos técnicos do TCU no local, possam ser repetidas várias vezes ao longo da execução da obra, e que cheguem às mãos do TCU poucos dias depois de solicitadas. "

De forma resumida, a solução consiste em um sistema que conecta 2 dispositivos: Um técnico credenciado da Atlantis Technologies em Brasília e um funcionário na obra que será fiscalizada que será referenciado a partir de agora como Coordenador de Campo. A partir dessa conexão, o software coletará os dados da localização do dispositivo do Coordenador de Campo da obra, para verificar se ele se encontra no local correto. Na sequência, conforme demonstrado no tópico do monitoramento remoto, o técnico em Brasília passará uma série de solicitações de vídeos e imagens, que serão coletadas pelo responsável da obra.

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Nossa proposta é realizar um acompanhamento diário de todas as 100 obras, gerando relatórios diários, semanais e mensais sobre o cumprimento do cronograma, adequação aos requisitos e cumprimento do planejamento e acompanhamento de custos. Após a conclusão, será gerado pela Atlantis um documento completo, incluindo gráficos e tabelas, bem como parecer técnico com todas as observações relevantes daquela obra, facilitando ao máximo o trabalho de auditoria do Tribunal de Contas da União.

Opções para serem trabalhadas:

Mobile Frontend	    
Backend	        
Web Frontend	       
Banco de dados	      
Ferramentas	      
Infraestrutura	    

Lista de linguagens e ferramentas para cada "bloco" do software

Um *dashboard* (Figura abaixo) de monitoramento remoto de obras eficiente oferecerá uma visão integrada do progresso do projeto através de indicadores como:

1. Cronograma de atividades;
2. Comparações entre o planejado e o realizado;
3. Alertas para desvios;
4. Mapeamento geográfico com geolocalização para visualização de múltiplos projetos;
5. Dados sobre logística de materiais;
6. Informações de mão-de-obra e produtividade;
7. Fiscalização por vídeo em tempo real;
8. Relatórios fotográficos com inspeções visuais instantâneas.

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

A fácil visualização destes quesitos aumentam a transparência e permitem respostas rápidas a problemas e melhoram assim a gestão de custos e a eficiência operacional.



Sugestão de Dashboard vinculado ao aplicativo

A fim de garantir a execução do Contrato Público de Solução Inovadora (CPSI), adotaremos uma metodologia ágil robusta e comprovada. Esta abordagem nos permite adaptar-nos rapidamente às mudanças e maximizar o valor entregue ao longo de todo o projeto. A seguir, detalhamos os principais componentes da nossa metodologia, que abrange desde a estruturação de sprints ágeis até a entrega contínua de produtos mínimos viáveis (MVPs), passando pelo gerenciamento dinâmico do progresso e uma sólida transferência de conhecimento entre todos os envolvidos.

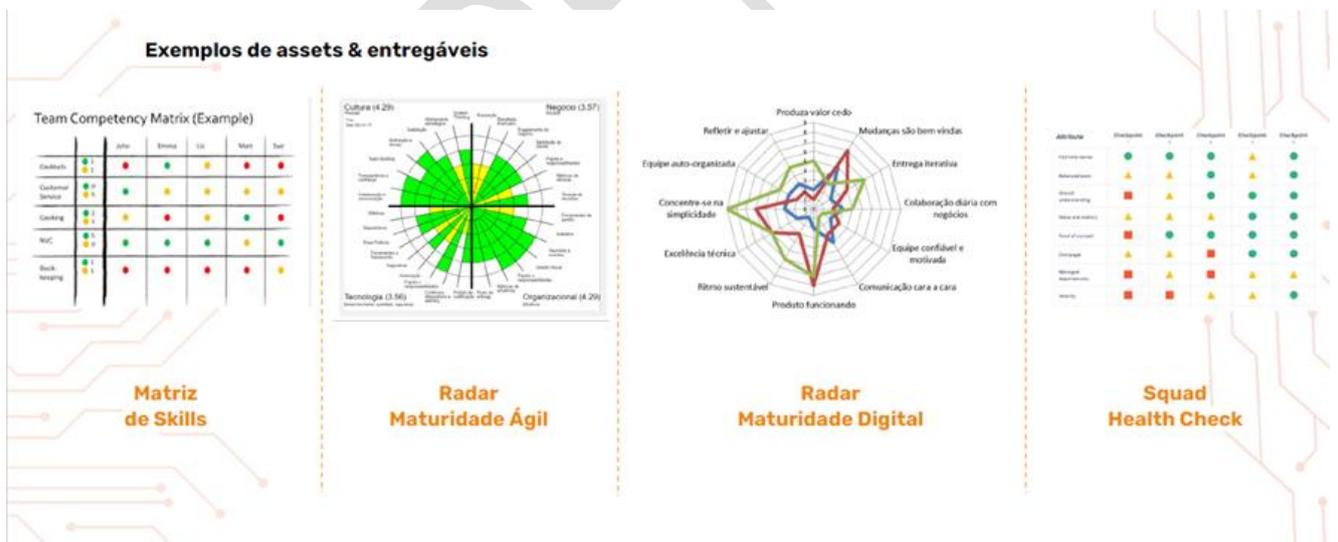
Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

1. Uso de Sprints Ágeis: Realizaremos sprints ágeis com duração fixa de 2 semanas cada, durante as quais a equipe demonstrará o andamento dos backlogs e a evolução dos trabalhos conforme o previsto no CPSI.
2. Entrega de MVP (Produto Mínimo Viável): Cada sprint resultará na entrega de um MVP, seja ele um teste de componente desenvolvido ou uma versão aprimorada da solução inovadora. Nos sprints de ideação, entregaremos protótipos descartáveis como parte do processo de design thinking.
3. Cerimônias e Artefatos Ágeis: Adotaremos cerimônias ágeis e utilizaremos artefatos como quadros Kanban e relatórios de fechamento de ciclo para gerenciar e monitorar o progresso de forma eficaz.
4. Equipe Ágil e Papeis Definidos: Contaremos com uma equipe ágil autogerenciada, incluindo colaboradores da contratada e servidores da contratante, com papéis bem definidos, como o facilitador (agile master) e o dono do produto, para garantir uma gestão eficiente e alinhada aos objetivos do projeto.
5. Transferência de Conhecimento: Nosso processo ágil será projetado para facilitar a transferência de conhecimento entre as partes, mantendo um registro contínuo de aprendizado e melhoria ao longo do CPSI.

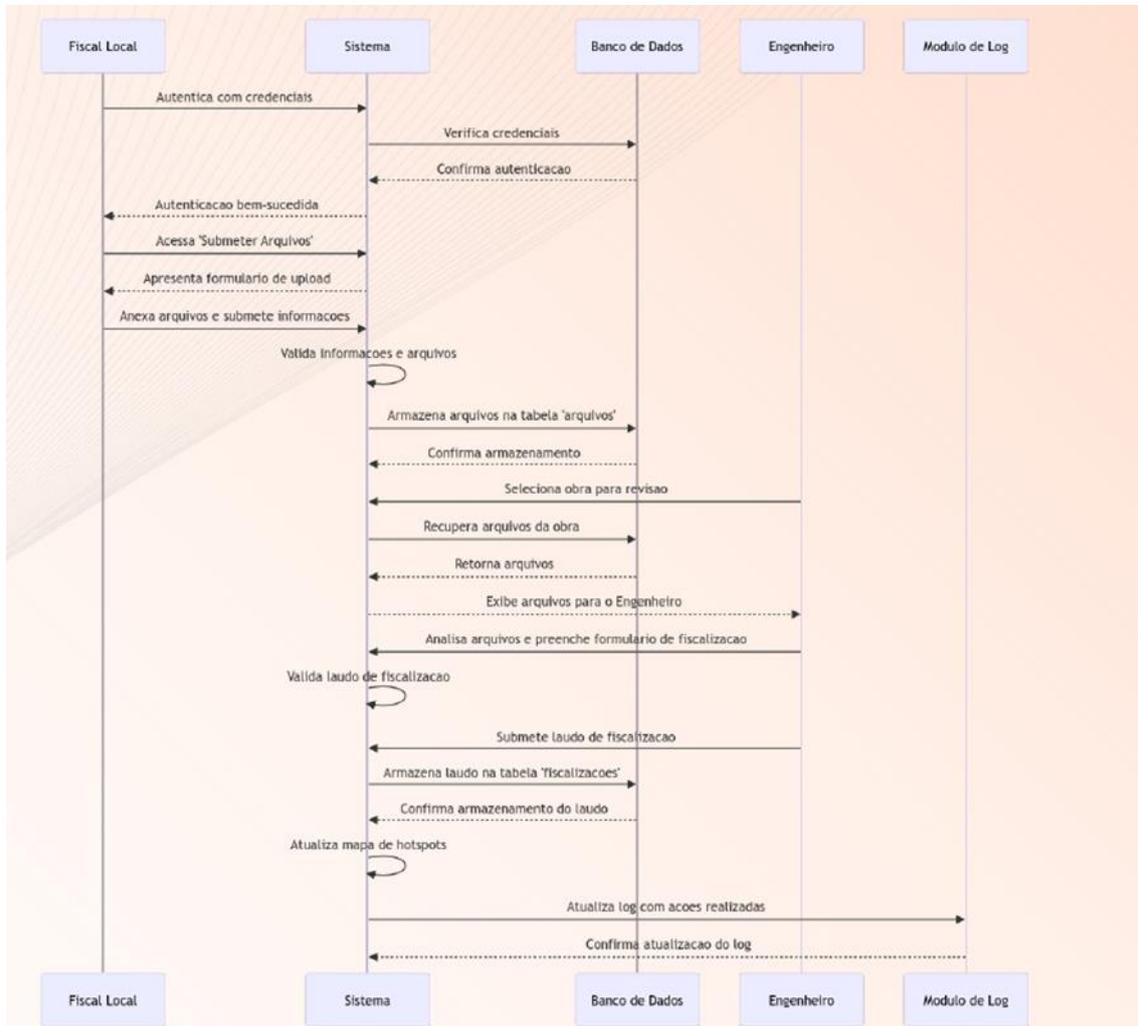
Teremos uma abordagem proativa e comprometida com a aplicação efetiva da metodologia ágil no projeto, utilizando diversas ferramentas e estratégias, alguns exemplos estão nas imagens abaixo.



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



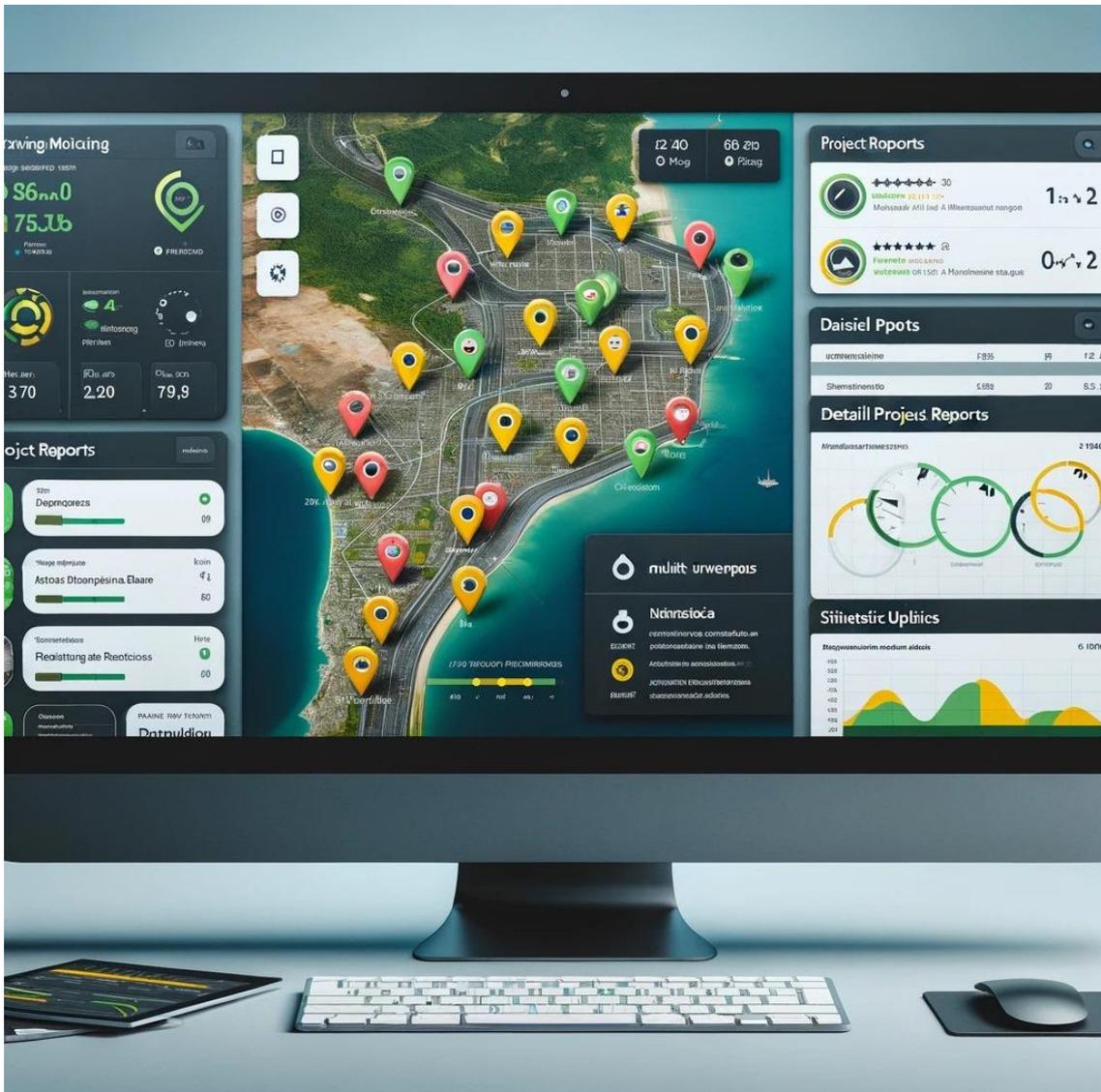
Esqueleto do aplicativo

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



Modelo de formato do aplicativo para tablets

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



Modelo de análise macro das obras em andamento

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana



Modelo de possibilidade futura de monitoramento de diversos tipos de obra em uma "sala de comando e controle" que pode ser implementada em projetos futuros para o TCU.

5. Análise da viabilidade do uso de imagens de satélite e drones



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Suporte pontual de imagens de satélite em obras designadas de “Risco Amarelo”.

Visão Abrangente:

As imagens de satélite oferecem uma visão completa e abrangente do local de construção, permitindo uma compreensão mais holística do projeto. Isso facilita a identificação de áreas específicas que podem exigir atenção extra e fornece uma perspectiva geral do progresso.

Atualizações Regulares:

Ao fornecer atualizações frequentes, as imagens de satélite possibilitam um acompanhamento regular do desenvolvimento do projeto. Isso é crucial para manter todas as partes interessadas informadas sobre o progresso em tempo real e para garantir uma tomada de decisão informada.

Detecção de Mudanças:

A capacidade de identificar alterações na topografia e nas estruturas é essencial para a detecção precoce de desvios no cronograma ou possíveis problemas. Isso permite uma resposta rápida e eficaz para corrigir questões antes que se tornem mais complexas.

Monitoramento de Subsidência:

As imagens de satélite possibilitam a observação contínua da subsidência do solo, permitindo a implementação de medidas preventivas para garantir a estabilidade das estruturas construídas.

Avaliação Ambiental:

Facilita a avaliação do impacto ambiental da construção, incluindo o acompanhamento do impacto na vegetação circundante e nos ecossistemas locais. Isso ajuda a garantir a conformidade com regulamentações ambientais.

Planejamento Logístico:

Auxilia no planejamento logístico ao fornecer informações sobre o acesso ao local, condições de tráfego e outras considerações. Isso otimiza o transporte de materiais e recursos para o local de construção.

Conformidade Regulatória:



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Ajuda a garantir a conformidade com regulamentações locais e ambientais, evitando possíveis problemas legais que podem atrasar o progresso do projeto.

Gerenciamento de Riscos:

Contribui para a identificação proativa de riscos associados à construção, permitindo a implementação de estratégias de mitigação para evitar possíveis problemas durante o projeto.

Eficiência Orçamentária:

Permite um acompanhamento mais preciso do progresso do projeto, ajudando a evitar orçamentos excessivos e controlar os custos de maneira mais eficaz.

Comunicação com Stakeholders:

Facilita a comunicação com partes interessadas ao fornecer informações visuais claras e objetivas sobre o andamento do projeto. Isso promove uma compreensão mais fácil e uma colaboração eficaz entre todas as partes envolvidas.

A incorporação de imagens de satélite no monitoramento de construções emerge como uma estratégia indispensável para otimizar a eficiência e o sucesso de projetos de infraestrutura. Essas imagens oferecem uma visão abrangente e regular do local de construção, permitindo a detecção proativa de mudanças, monitoramento de avanço de construções.

- **Imagem ópticas (Passivas)**

As imagens de satélite ópticas dependem da captura e registro da luz solar refletida da superfície da Terra, utilizando sensores que detectam bandas espectrais específicas nas regiões visíveis, infravermelho próximo e, por vezes, infravermelho de ondas curtas. Geralmente, são adquiridas durante as horas do dia quando o sol está iluminando a superfície terrestre. As imagens ópticas representam a aparência visível e colorida dos objetos, semelhante ao que nossos olhos percebem. Com o avanço das tecnologias de imagem multiespectral e hiperespectral, as imagens de satélite ópticas tornaram-se ainda mais poderosas na identificação de objetos ou materiais específicos na superfície da Terra.

- **Imagem radar (Ativas)**

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

As imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR, na sigla em inglês) são imagens da superfície terrestre coletadas na porção de micro-ondas do espectro eletromagnético. Diversas características das imagens de SAR tornam-nas uma ferramenta valiosa para o monitoramento de construções. Mais especificamente, essas características incluem:

Independência de condições meteorológicas e luz solar, possibilitando o monitoramento de construções tanto de dia quanto de noite, mesmo em áreas com cobertura de nuvens persistente, onde as imagens ópticas são limitadas.

Sensibilidade ao teor de umidade das superfícies, permitindo a detecção de variações no conteúdo de água do solo.

Capacidade de penetrar em superfícies dependendo da frequência da onda e do tamanho do objeto. Comprimentos de onda mais longos podem penetrar em copas densas para alcançar o solo, facilitando ainda mais o monitoramento de construções.

A construção de infraestruturas subterrâneas em áreas urbanas densamente povoadas pode causar subsidência do solo, levando a danos em edifícios e estruturas superficiais. Portanto, é essencial medir e rastrear movimentos sutis do solo. Métodos tradicionais, como nivelamento, oferecem medições precisas, mas dependem de um número limitado de pontos de controle. Além disso, o nivelamento pode ser demorado e caro para monitoramento consistente.

As imagens de SAR aprimoram significativamente o monitoramento da deformação do solo durante atividades de escavação. Ao empregar a técnica de Radar de Abertura Sintética Interferométrico (InSAR), as imagens de SAR possibilitam a detecção de deformações do solo em escala milimétrica. O InSAR utiliza duas ou mais imagens de SAR adquiridas em diferentes momentos ou de posições ligeiramente diferentes.

No entanto, as imagens de SAR oferecem várias vantagens.

Conjunto de dados de monitoramento abrangente:

O InSAR fornece um conjunto denso de pontos de medição, resultando em um conjunto de dados mais abrangente para monitorar a deformação do solo.

Cobertura de área extensa:

As imagens de SAR cobrem uma área maior, oferecendo a oportunidade de monitorar tanto o local em construção quanto a infraestrutura circundante.

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Oportunidades regulares de monitoramento:

As imagens de satélite de SAR são capturadas regularmente, facilitando o monitoramento frequente. Em média um satélite SAR terá um revisita de 11 dias para observar um campo com as mesmas condições.

Na etapa de validação, serão realizados estudos para verificar a viabilidade da utilização de drones para o monitoramento de obras.

Essa solução foi pensada para caso existam problemas para conseguir autorização para filmagem da obra no local ou para a vistoria de obras de maior porte, como rodovias ou ferrovias.

Essa solução será validada com os servidores do TCU, testando sua operação de forma prática e apresentando seus resultados e custos frente às outras formas de monitoramento.

6. Precificação MVP

Para realizar a projeção de custo para o monitoramento das 100 obras, consideramos as seguintes informações do desafio:

- “Por **obras urbanas ou em estradas vicinais ligando áreas urbanas próximas** entenda-se que a localização da obra é dentro de uma área urbana ou ligando áreas urbanas distantes menos de 100km entre si. As áreas urbanas podem ser desde grandes centros até pequenas municipalidades, incluindo pequenas cidades com acesso apenas por meio fluvial ou aéreo.”
- “As obras são de relativa baixa materialidade. A partir de amostras dos últimos quatro anos, é possível dizer que a maioria das obras tem valor de repasse inferior a R\$6 milhões. Sendo raro encontrar repasses superiores a R\$12 milhões.”
- “A obtenção das evidências, portanto, deve oferecer custo-benefício compatível com a relativa baixa materialidade e com a taxa de risco de que haja irregularidades na execução. Supõe-se existir achados de auditoria relevantes em mais de 30% das obras.” Segundo Relatório FiscObras 2022, pág 29, entre 29% a 38,5% das obras no banco de dados do DNIT estiveram paralisadas ou inacabadas, por ano, nos últimos 4 anos.”

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

- “As obras são executadas a céu aberto e podem ser observadas tanto por cima quanto pelo terreno à margem de seu perímetro. A obtenção das evidências deve ser tempestiva e a baixo custo, compatível com a relativa baixa materialidade das obras (grande parte das obras custam de R\$ 1 a 2 milhões, sendo que a maioria delas está orçada abaixo de R\$ 6 milhões)”

A partir destes parâmetros informados, orçamos um projeto que consiste nos seguintes itens:

Entregáveis

- Fornecimento e manutenção de *software* 100% customizável para o projeto, conforme descrito no tópico específico.¹
- Monitoramento diário das obras, com documentação de imagens e vídeos dos principais andamentos do dia, somados ao parecer técnico da empresa executora.
- Relatórios mensais, semanais e diários com o resumo do progresso, potenciais irregularidades e outras informações pertinentes.
- Imagens de Satélite (opcionais) para complementar as imagens locais.
- Entrega de relatório final na conclusão de cada obra, com análise completa, contendo gráficos e tabelas com o resumo das informações coletadas, já organizados da forma que o TCU preferir.
- Banco de imagens e vídeos realizados diariamente, com um sistema que autentica o local, a data e o dispositivo em que foram coletadas.
- Gravação de todas as vídeo chamadas entre os Técnicos da obra e os Técnicos de monitoramento
- Gráficos e mapas com “flags” do tipo verde, amarela, laranja e vermelha, baseadas no risco de irregularidades em cada obra, cada um com sugestões de ação para cada caso específico.

Nesse tópico apresentamos nossa base de cálculo e nossa projeção de utilização da verba disponível para validação do MVP. Dessa forma, apresentamos 4 linhas de custos:

¹ Será atualizado conforme demandas do TCU e testes do MVP.



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

6.1 Estimativa de custos

- Custos de software e ajustes
- Custos de equipe de monitoramento
- Custos de serviços essenciais
- Custos de análise de viabilidade

CONFIDENCIAL

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

ORÇAMENTO ESTIMATIVO - TOTALIZAÇÃO								
1. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE								
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE MENSAL	CUSTO UNITÁRIO	BDI + TRIBUTAÇÃO	CUSTO UNITÁRIO TOTAL	CUSTO MENSAL TOTAL	CUSTO TOTAL (8 MESES)
1.1	Desenvolvimento de software	Unidade	0,125	R\$ 160.000,00	R\$ 30.400,00	R\$ 190.400,00	R\$ 23.800,00	R\$ 190.400,00
1.2	Incremento de feature	Unidade	20	R\$ 5.000,00	R\$ 950,00	R\$ 5.950,00	R\$ 14.875,00	R\$ 119.000,00
TOTAL DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE							R\$ 38.675,00	R\$ 309.400,00
2. MÃO DE OBRA PERMANENTE								
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE POSTOS	QUANTIDADE DE PROFISSIONAIS	CUSTO MENSAL POR PROFISSIONAL COM ENCARGOS E INSUMOS	BDI + TRIBUTAÇÃO	VALOR TOTAL MENSAL POR PROFISSIONAL	CUSTO MENSAL TOTAL	CUSTO TOTAL (8 MESES)
2.1	Engenheiro	3	3	R\$ 14.646,30	R\$ 4.149,19	R\$ 18.795,49	R\$ 56.386,47	R\$ 451.091,76
2.2	Desenvolvedor Senior	1	1	R\$ 14.646,30	R\$ 4.149,19	R\$ 18.795,49	R\$ 18.795,49	R\$ 150.363,92
2.3	Encarregado Geral	1	1	R\$ 6.802,70	R\$ 1.700,67	R\$ 8.503,37	R\$ 8.503,37	R\$ 68.026,96
2.4	Analista de Fiscalização	5	5	R\$ 3.828,90	R\$ 1.084,67	R\$ 4.913,57	R\$ 24.567,85	R\$ 196.542,80
2.5	Auxiliar Administrativo	2	2	R\$ 3.828,90	R\$ 1.084,67	R\$ 4.913,57	R\$ 9.827,14	R\$ 78.617,12
TOTAL DE MÃO DE OBRA PERMANENTE							R\$ 118.080,32	R\$ 944.642,56
3. SERVIÇOS DE APOIO								
ITEM	DESCRIÇÃO			CUSTO MENSAL TOTAL			CUSTO TOTAL (8 MESES)	
3.1	Serviço Contábil			R\$ 1.500,00			R\$ 12.000,00	
3.2	Serviço Jurídico			R\$ 4.500,00			R\$ 36.000,00	
TOTAL DE SERVIÇOS DE APOIO				R\$ 6.000,00			R\$ 48.000,00	
4. ANÁLISE DE VIABILIDADE								
ITEM	DESCRIÇÃO			CUSTO MENSAL TOTAL			CUSTO TOTAL (8 MESES)	
4.1	Visita à obra com monitoração por drone			R\$ 2.000,00			R\$ 16.000,00	
4.2	Fotografia de alta resolução por satélite			R\$ 1.000,00			R\$ 8.000,00	
TOTAL DE SERVIÇOS DE APOIO				R\$ 3.000,00			R\$ 24.000,00	
VALOR TOTAL DO CONTRATO (8 MESES)				R\$ 1.326.042,56				
EMPENHO PROPOSTO				R\$ 1.370.000,00				
MARGEM PARA CRIAÇÃO DE EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO				R\$ 43.957,44				

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

7. Precificação – Estimativa de monitoramento das 2000 obras

2. MÃO DE OBRA PERMANENTE		
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE POSTOS
2.1	Engenheiro	5
2.2	Desenvolvedor Senior	3
2.3	Encarregado Geral	5
2.4	Analista de Fiscalização	40
2.5	Auxiliar Administrativo	6
2.6	Desenvolvedor Pleno	6
TOTAL DE MÃO DE OBRA PERMANENTE		65

- Desenvolvimento e manutenção do software;
- Espaço em nuvem para armazenar todos os dados;
- Sistema de autenticação de todos os dados coletados para auditoria caso necessário;
- Eventuais despesas para visitação local caso necessário.

Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

8. Anexos da Simulação de Monitoramento

Exemplo inicial de tabela com relatório diário

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	OBRA 1:								
2									
3		PROJETO	COORDENADAS	TIPOS	OBTENÇÃO DAS	PROCESSAMENTO	COMPARAÇÃO	COMPARAÇÃO	INCONSISTÊNCIAS
4		DA OBRA	DA OBRA	INSPEÇÃO	EVIDÊNCIAS	DAS EVIDÊNCIAS	EVIDÊNCIA COM	EVIDÊNCIAS	IRREGULARIDADES
5							PROJETO	C/EXECUÇÃO	IMPROBIDADES
6									
7	INÍCIO:								
8									
9	PREVISÃO								
10	TÉRMINO:								
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Análise de nível da brita da obra e o asfalto da rua



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Vista da obra e camada inferior de brita



Análise do meio fio



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Análise de movimento de terra



Análise de meio fio e presença de material da obra



Proposta para o desafio de Inovação para fiscalização remota de obras de pavimentação urbana

Registro de funcionários trabalhando no meio fio

