



## XI-106 - FISCALIZAÇÃO REMOTA DE SERVIÇOS E OBRAS DE ENGENHARIA – A PROVA DE CONCEITO DO PROJETO “FISCAJLIZA”

### **Bruno Borges Gentil<sup>1</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental com pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho e Geoprocessamento Ambiental, atual Gestor de Inovação e um dos responsáveis pelo InovaCAJ - Escritório de Inovação da Companhia Águas de Joinville.

### **Thiago Zschornack**

Pós-doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Doutor em EGC (inovação corporativa). Mestre em Saúde e Meio Ambiente. Gerente de Riscos, Conformidade, Controle Interno e Inovação. Idealizador do InovaCAJ.

**Endereço<sup>1</sup>:** Rua Praia do Sol – 17, Bairro Itajuba – Barra Velha/SC - CEP 88.390-000 -  
email: [bruno.gentil@aguasdejoinville.com.br](mailto:bruno.gentil@aguasdejoinville.com.br)

### **RESUMO**

A inovação tem sido um elemento chave para impulsionar melhorias em diversos setores, e a área de engenharia não é exceção. Com o avanço das tecnologias digitais e da conectividade, surgem novas oportunidades para aprimorar e otimizar a fiscalização de serviços de engenharia. A fiscalização remota, por meio do uso de tecnologias de monitoramento e comunicação, tem se destacado como uma solução eficiente para garantir qualidade, segurança e conformidade de projetos e obras.

A fiscalização de serviços de engenharia é uma etapa crítica para garantir que as obras e projetos sejam executados de acordo com os padrões técnicos, legais e de qualidade estabelecidos. No entanto, a fiscalização tradicional muitas vezes requer uma presença física constante no canteiro de obras ou local do projeto, o que pode ser dispendioso em termos de tempo e recursos.

Além disso, a falta de uma fiscalização eficiente pode levar a atrasos na conclusão do projeto, aumento de custos e possíveis riscos de segurança. Portanto, a busca por soluções inovadoras que permitam a fiscalização remota de serviços de engenharia tem sido uma prioridade para o setor.

Neste artigo, serão apresentadas as etapas da Prova de Conceito de Projeto (PoC) do “FiscaJliza”, que objetiva a fiscalização remota de serviços de engenharia e serviu como critério de validação técnica da tecnologia utilizada. Com a aprovação do PoC, realizou-se um projeto de implantação-piloto, que culminou na revisão do processo de fiscalização de obras e serviços de engenharia da CAJ, possibilitando, uma atuação mais efetiva na execução de obras e serviços para atendimento das metas da organização.

**PALAVRAS-CHAVE:** inovação | Fiscalização remota | Engenharia | Prova de Conceito.



## 1. INTRODUÇÃO

A Lei 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, trouxe uma série de desafios para as operadoras de sistemas de água e esgoto, pois estabelece como meta a universalização dos serviços até 2033. Meta essa bastante desafiadora se comparada com o status e dinâmica de evolução atual. Segundo aponta o Resumo Executivo do Ranking do Saneamento 2022, do Instituto Trata Brasil, apenas 52,2% da população brasileira conta com serviços de coleta e tratamento de esgoto.

Em Joinville a realidade é semelhante, com 46% de cobertura de rede coletora operando, o "gap" para o atingimento das metas (90% até 2033) é grande. Além do desafio financeiro, a complexidade técnica desses projetos merece atenção especial.

Com um dos maiores Plano de Investimento (2023-2033), com recursos oriundos de fundos internacionais; como AFD e BID a necessidade de Acompanhamento e Fiscalização desses Projetos é extremamente importante, garantindo assim que o recurso esteja sendo aplicado de acordo com que é preconizado pelas financiadoras e com a qualidade que o cliente espera.

Atualmente cerca de 4% dos serviços de manutenção do Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário de Joinville tem a sua execução acompanhada por fiscais e técnicos. Nas obras de expansão dos sistemas de água e esgoto, os desafios são os mesmos, com diversas Empresas Contratadas e cada uma com outras diversas frentes de serviço.

Para possibilitar que as Equipes de Fiscalização consigam acompanhar em tempo real os serviços e obras de engenharia, minimizando erros de execução, reclamações de clientes e danos à imagem da Companhia, foi idealizado o Projeto FisCAJliza.

O Projeto visa possibilitar o acompanhamento de forma remota e em tempo real de cerca de 90% dos serviços de manutenção, por meio de câmeras instaladas no local onde está sendo executado o serviço e as imagens transmitidas para a CAJ e terceirizada.

O FisCAJliza foi idealizado através de um Hackathon e foi desenvolvido pelo InovaCAJ - Escritório de Inovação da Companhia Águas de Joinville, estando alinhado ao eixo estratégico "Excelência Operacional" e a redução dos custos.

## 2. OBJETIVOS

Apresentar as etapas para a realização da Prova de Conceito (PoC), realizada através da parceria técnica entre a Companhia Águas de Joinville e a Empresa OI Soluções.

Específicos:

- Apresentar o processo de teste e avaliação dos equipamentos disponibilizados por empresa parceira para uso na fiscalização remota de obras e serviços de engenharia (Projeto FisCAJliza).
- Apresentar análise financeira preliminar de viabilidade considerando custos e ganhos envolvidos.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem metodológica adotada neste trabalho é o estudo de caso, que se caracteriza por uma técnica de pesquisa qualitativa amplamente utilizada para investigar fenômenos complexos em contextos específicos.



Este método foi escolhido por possibilitar uma análise mais profunda, permitindo aos pesquisadores examinar detalhadamente as interações entre variáveis e os processos subjacentes. Além disso, essa abordagem permite aos pesquisadores explorar causas e efeitos, padrões emergentes e insights significativos que podem contribuir para teorias mais amplas ou para a prática profissional (GIL, 2010).

A coleta de dados se deu por meio de consultas em fontes secundárias, especialmente de especificações e procedimentos internos/externos e fontes primárias, constituída basicamente por padrões, procedimentos e demais informações internas, muitas das quais decorrentes de entrevistas realizadas com os gestores, técnicos, facilitadores de riscos e membros da comissão de gestão de riscos da empresa.

A empresa objeto do estudo é a Companhia Águas de Joinville, empresa pública de saneamento básico, controlada pela Prefeitura de Joinville, que possui a concessão para exploração dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na cidade de Joinville.

A metodologia adotada no projeto foi da Prova de Conceito, objetivando, assim, testar o conceito teórico de fiscalização remota, implementando tecnologia adotada atualmente pelo Setor de Segurança Pública.

Uma Prova de Conceito (abreviado PoC; do inglês, Proof of Concept) é um modelo prático que tenta provar o conceito teórico estabelecido por uma pesquisa ou artigo técnico, ou é uma implementação, em geral resumida ou incompleta, de um método/ideia, realizado com o propósito de verificar que o conceito/teoria em questão é suscetível de ser explorado de uma maneira útil. Sendo um passo importante no processo de criação de um protótipo realmente operativo.

Uma Prova de Conceito (PoC) envolve várias etapas essenciais: inicialmente, define-se o objetivo do projeto, especificando os problemas a serem resolvidos e os resultados esperados. Em seguida, é feita a seleção das tecnologias e ferramentas adequadas para o projeto. Após essa fase, desenvolve-se um plano detalhado que inclui a definição dos critérios de sucesso e a elaboração de um cronograma. A implementação do PoC é a próxima etapa, onde se constrói um protótipo ou uma versão simplificada da solução. Finalmente, realiza-se a avaliação dos resultados obtidos, comparando-os com os critérios de sucesso previamente estabelecidos, para decidir sobre a viabilidade e os próximos passos do projeto.

O Sistema de Bodycams disponibilizado pela Empresa Oi Soluções é a mesma tecnologia utilizada pelas forças de segurança do Estado de São Paulo e possibilitou o acompanhamento em tempo real, por meio de transmissão via GPRS, das obras e serviços de engenharia executados pelas Empresas Terceirizadas da Companhia.

#### **4. REALIZAÇÃO DA POC - FisCAJliza**

Para a realização da Prova de Conceito foi disponibilizada pela Parceira Oi Soluções, sistema de videomonitoramento através de bodycam da Hikvision, conforme figura 01.

Figura 1: Equipamentos disponibilizado (4 bodycams e 1 dockstation)



O sistema disponibilizado era composto por quatro bodycams da Hikvision, que originalmente foram concebidos para serem usados por policiais e outros profissionais, para gravar interações e evidências nos serviços de segurança pública e patrimonial.

Para a realidade e necessidade do Projeto, as bodycams, foram utilizadas apoiadas, focando a execução dos serviços, de modo a transmitir ao vivo e gravar a realização dos serviços de manutenção.

A especificidade do Serviços de Manutenção, que são realizados por aproximadamente 10 equipes diariamente, sendo que cada equipe consegue executar cerca de 3 Ordens de Serviços (OSs) por dia em diferentes locais da cidade, consegue ser atendida pelos equipamentos, que transmitem as imagens ao vivo da execução dos serviços.

As câmeras utilizadas são compactas, leves, a prova de impactos. São de fáceis manuseio, com um botão de gravação grande e botões adicionais para funções como silenciar, gravar clipes de áudio e enviar sinais de alarme.

O sistema bodycam oferece vários recursos para ajudar os profissionais a monitorarem os serviços em tempo real (ao vivo – “*streamando*”), a capturar e gerenciar evidências (imagens) de forma eficaz. Esses recursos incluem gravação de vídeo em alta definição, GPS, conectividade sem fio e integração com plataformas de gerenciamento de vídeo.

O Sistema oferece vários benefícios para os colaboradores de campo que utilizarão os equipamentos, incluindo aumento da responsabilização, coleta de evidências aprimorada, maior segurança para policiais e o público e melhor treinamento.

#### 4.1 PLANEJAMENTO DOS TESTES

O planejamento de uma Prova de Conceito (PoC) é crucial para o sucesso de qualquer inovação tecnológica, pois define a base sobre a qual o projeto será avaliado. Um planejamento bem estruturado ajuda a clarificar os objetivos, delimitar o escopo e identificar os recursos necessários, garantindo que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara das metas e expectativas. Além disso, ao estabelecer critérios de sucesso e um cronograma detalhado, o planejamento facilita o monitoramento do progresso e a identificação de potenciais desafios antecipadamente. Esse rigoroso processo de preparação não apenas otimiza a eficiência e a eficácia da implementação, mas também aumenta as chances de demonstrar a viabilidade da solução, minimizando riscos e garantindo um uso mais estratégico dos recursos disponíveis.

Desta forma, o planejamento da PoC do FisCAJliza foi crucial para o sucesso dos testes com as bodycams, pois permitiu identificar e mitigar riscos, definir prazos e alocar recursos de forma eficiente. Os pontos mais importantes definidos previamente antes do início dos testes foram:

- a) A posição e o local de instalação das câmeras, que foram idealizados e definidos pela responsável pelo acompanhamento das equipes em campo;
- b) Disponibilização das câmeras nos cones de sinalização utilizados nos serviços, pois atendem tanto a altura para visualização dos serviços de manutenção, quanto pela disponibilidade dos suportes para a instalação das câmeras, pois todas as equipes possuíam, como mostrado na Figura 2;

Figura 2 – Posicionamento da bodycam para acompanhamento dos serviços de engenharia



Fonte: CAJ (2023)

Outro ponto importante, definido junto com o Time de Manutenção em Redes e Ramais (GMS), foi a definição dos serviços a serem fiscalizados e acompanhados, definindo como os serviços de manutenção do sistema de água, em específico os códigos 5810 – Reparo em Vazamento Oculto, pois o time possuía profissional dedicada para o acompanhamento da execução dos serviços e poderia acompanhar, tanto pelo Desktop quanto pelo Aplicativos de Mobile, como mostra a figura 3 e figura 4.

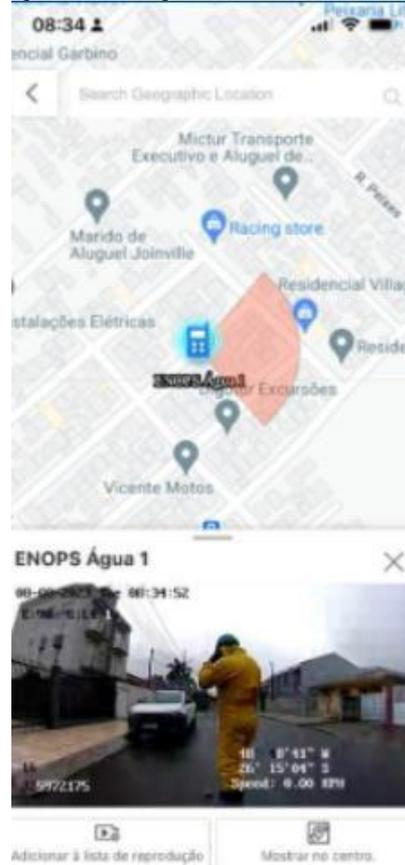


Figura 3 - Acompanhamento das Equipes de Manutenção



Fonte: CAJ (2023)

Figura 4 - Imagem do Software Mobile



Fonte: CAJ (2023)

## 4.2 EXECUÇÃO DOS TESTES E AVALIAÇÃO

A execução dos testes e a avaliação técnica no âmbito de uma Prova de Conceito (PoC) do FisCAJliza são vitais para validar a funcionalidade e a eficácia da solução proposta. Durante essa fase, os testes rigorosos permitem identificar e corrigir falhas, assegurar que a tecnologia escolhida atende aos requisitos do projeto e confirmar que a solução é tecnicamente viável e capaz de cumprir suas promessas. A avaliação técnica fornece dados concretos e evidências sobre o desempenho, a escalabilidade e a compatibilidade da solução com as necessidades específicas da organização.

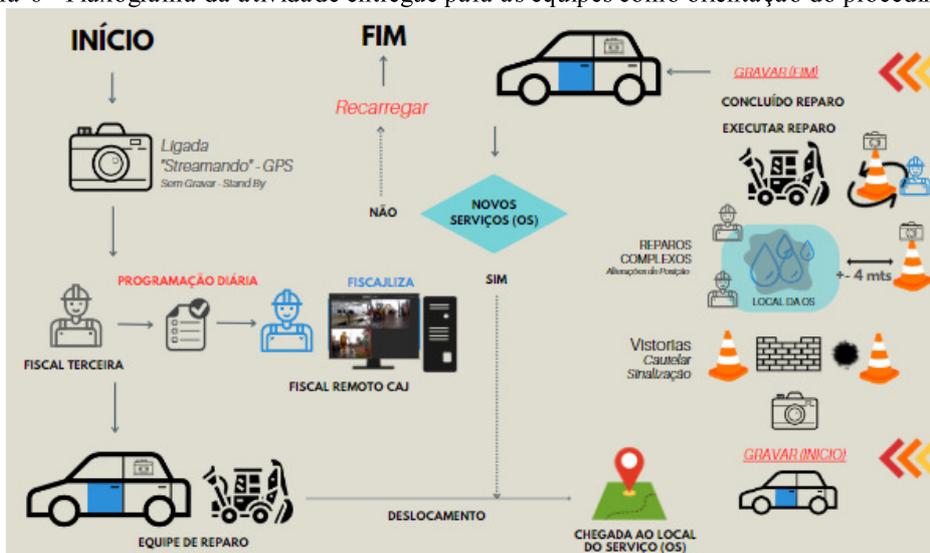
Desta forma, o acompanhamento e monitoramento dos testes teve início no dia 13/09/2022, com a entrega, instalação e capacitação das equipes terceirizadas de serviços de manutenção como utilizar os equipamentos, conforme figura 5.

Figura 5 – Treinamento para as equipes da Empresa Ambiental



Fonte: CAJ (2023)

Figura 6 - Fluxograma da atividade entregue para as equipes como orientação do procedimento

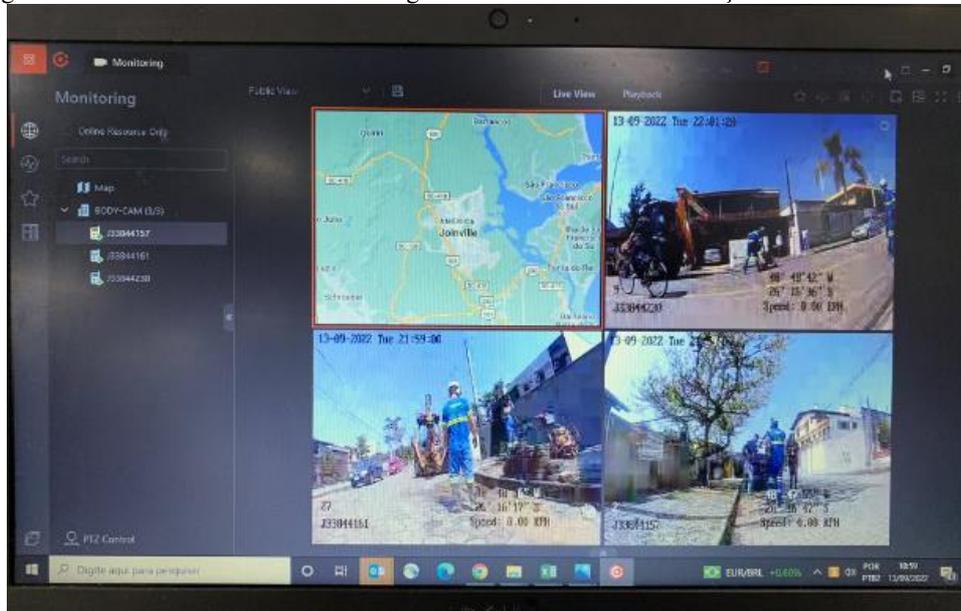


Fonte: CAJ (2023)



Abaixo são apresentadas algumas imagens da operação do Projeto.

Figura 7 – Software de Gestão das Imagens transmitidas e a localização das câmeras no GPS.



Fonte: CAJ (2023)

Figura 8 – Equipe de Manutenção realizando o reparo.



Fonte: CAJ (2023)

Após os testes nos serviços de manutenção de campo, com o intuito de avaliar a dinâmica do FisCAJliza em outras obras e serviços, foi disponibilizado as câmeras para os Times de Obras de Expansão dos Sistemas (GEX), monitorar obras de extensão da rede coletora de esgoto, bem como o monitoramento de uma obra de estação elevatória, executada pela Empresa GEL; para o Time de Fiscalização e Cobrança (GFC) que teve o objetivo de monitorar os serviços comerciais de ligação e caça fraude, executados pela Empresa FIENG, bem como o monitoramento dos serviços de Manutenção do Sistema de Bombeamento da ETA Cubatão, realizadas pelos técnicos da Empresa Ambiental, sob responsabilidade do Time da Coordenação Eletromecânica (GMS).

Na, sede operacional da Empresa Ambiental, responsável pela manutenção dos sistemas e outros serviços, foram disponibilizados os equipamentos, câmeras (4 bodycams) e dockstation, ficando sob sua gestão a distribuição

das câmeras, bem como o recarregamento da bateria e o descarregamento das imagens, atividades realizadas pela dock.

Figura 9 - Disponibilização dos equipamentos para o time responsável da Empresa Ambiental



Fonte: CAJ (2023)

Já nos outros contratos, as câmeras eram geridas, recarregadas e colocadas no campo pelos Fiscais/Técnicos da CAJ, como os técnicos Cristiano, Mauro, da GEX, Willian da GFC, e Ricardo da GMS. Uma das funções do Sistema, que se mostrou bastante útil, é a geolocalização das câmeras. Isso é importante para acompanhar o deslocamento das equipes, prevendo sua chegada nas Ordens de Serviços bem como direcionar a equipe, se necessário, quando de um problema grave.

Através da PoC realizada, foi identificado a aplicabilidade da solução e o interesse pelas câmeras bodycam nos setores que envolvem fiscalização da empresa terceirizada:

- Diretoria Operacional
  - GMS – Empreiteira Empresa Ambiental: Acompanhamento de Manutenção no Sistema de Água - Vazamento não visível

Figura 10 – Mural com Serviços de Manutenção sendo executados



Fonte: CAJ (2023)

- Diretoria de Expansão
  - GEX – Empreiteira Empresa GEL: Acompanhamento da Obra de Expansão de Rede de Esgoto e de execução de estação elevatória

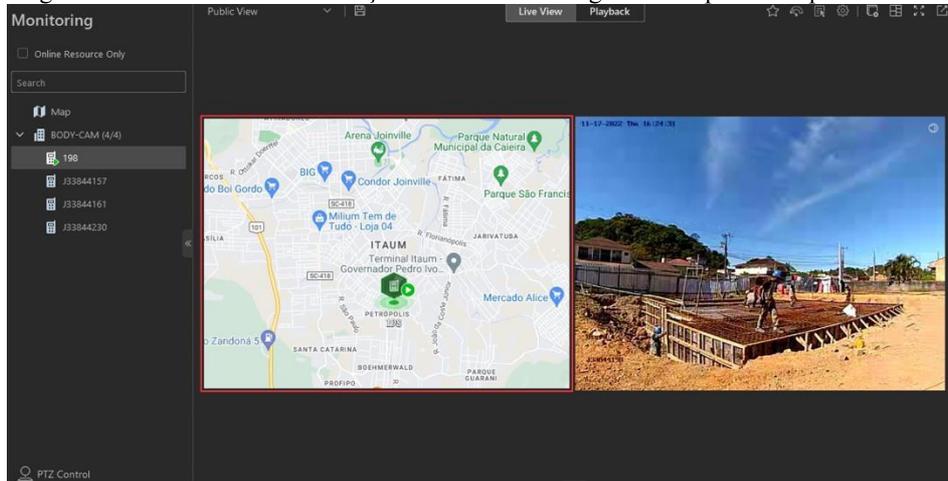


Figura 11 – Frente de serviço de Obra de Expansão de Rede Coletora de Esgoto com o Cone e bodycam.



Fonte: CAJ (2023)

Figura 12 – Obra “fixa” da Estação Elevatória de Esgoto acompanhada pelo Sistema



Fonte: CAJ (2023)

- Diretoria da Presidência
  - GFC – Empreiteira Empresa FIENG: Execução de Ligações Novas

Figura 13 – Equipe realizando ligação nova e sendo monitorada pelo Projeto



Fonte: CAJ (2023)

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

A avaliação dos resultados se deu com o feedback e a percepção dos usuários do sistema, tanto das equipes de campo quanto dos fiscais remotos, que apontaram pontos fortes e pontos fracos da solução bem como deram sugestões para melhorar os resultados.

### Pontos positivos:

- Verificação do estágio/etapa do reparo/manutenção;
- Verificação da Sinalização;
- Verificação do uso de EPIS;
- Validação de situações extraordinárias pelos fiscais;
- Outras orientações durante a execução.
- Autonomia da bateria;
- Resistência a impactos e intempéries;
- Amplitude angular da imagem;
- Facilidade do suporte de fixação;
- Equipamento fundamental para as equipes de fiscalização dada o volume de frentes nas obras;
- Localização via GPS;
- Facilidade de fixar em cones.

### Pontos Negativos

- Necessidade de recarga da bateria todos os dias (no caso do uso total diário das 08:00 horas);
- Dificuldade dos responsáveis da contratada na obrigatoriedade da mobilização e transporte para as frentes (incluir esse serviço nos termos de referência e até mesmo na planilha orçamentária da obra);
- Qualidade da Imagem a desejar no movimento de zoom.



- Baixa qualidade de imagem;
- Aplicativo pede senha sempre.

## AVALIAÇÃO FINANCEIRA

Para análise financeira buscou-se avaliar os custos atuais com a fiscalização das obras e serviços, considerando:

- Recursos Humanos (Salários dos técnicos, fiscais e agentes dos setores)
- Veículos (valor da locação e consumo de Combustível)
- Km rodado
- Tempo de Execução

Sem considerar nesse momento o impacto positivo com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, redução da pegada ecológica dos serviços de manutenção, e a melhoria das condições de trabalho e saúde da equipe de fiscalização.

**Executados em média 2.000 serviços/mês de Manutenção do SAA (redes e ramais);**

Tabela 1 - Comparação dos Serviços com e sem Fiscalização através de videomonitoramento

Fiscalização	OSs fiscalizadas	Pessoas envolvidas	Custo deslocamento	Tempo de execução	Índice de Aprovação (CET)
<b>Atual</b>	~ 4% aa	12	~R\$ 25 mil/m (10 veículos)	2:03 hrs/OS	46% (out.22)
<b>FisCAjliza</b>	80-90% aa	12	~R\$ 17,5 mil/m (7 veículos)	1:43 hrs/OS	N.D.*
<b>Resultado</b>	<b>20 x mais OS</b>	<b>-</b>	<b>Red. R\$ 17,5mil/m</b>	<b>Red. 20 min/OS</b>	<b>-</b>

\* N.D. - Não Determinado devido à dificuldade de realizar as aferições por causa da mudança do Sistema Comercial.

Fonte: CAJ (2023)

Considerando:

- Os dados e informações levantados com a realização do PoC;
- Os valores financeiros e cotações realizadas;

A implementação de um Centro de Controle e Monitoramento de Serviços de Campo, com time de fiscalização remota, computadores e telas dedicadas ao monitoramento e com as câmeras acompanhando todas as equipes, além de aumentar substancialmente o número de serviços fiscalizados, calcula-se uma redução potencial de:

- Aproximadamente 50% dos custos com veículos e combustível (R\$ 17.500,00/mês)
- Aproximadamente 16% no tempo de execução das Ordens de Serviço (20 minutos) e;
- Dos serviços reprovados pela fiscalização que giravam em torno de 50% dos serviços em pavimentação asfáltica.

Além desses benefícios pode-se somar a preservação do meio ambiente e a possibilidade de melhorar a qualidade laboral dos times de fiscalização de obras e serviços de engenharia.



## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A inovação nos serviços de fiscalização de manutenção e obras no saneamento é essencial para garantir a qualidade e a eficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgoto. Tecnologias avançadas, como drones e sensores inteligentes, permitem uma inspeção mais precisa e abrangente das infraestruturas, identificando problemas ocultos e prevenindo falhas graves. Além disso, a utilização de software de gestão integrado facilita o monitoramento em tempo real das operações, agilizando a tomada de decisões e a alocação de recursos. Essas inovações reduzem o tempo de resposta às ocorrências, minimizam interrupções no serviço e asseguram que as obras e manutenções sejam realizadas conforme os padrões técnicos e regulatórios.

A PoC do projeto FisCAJliza possibilitou a avaliação técnica da tecnologia, bem como mensurar e estimar os ganhos financeiros e de qualidade preliminares. Em suma, a fiscalização remota com videomonitoramento ao vivo e outras soluções inovadoras disponíveis no mercado oferece diversos benefícios, incluindo a redução de custos ao eliminar a necessidade de deslocamentos frequentes e gastos com transporte, maior eficiência ao permitir o monitoramento simultâneo de várias obras e a tomada de decisões rápidas com acesso a dados em tempo real, e a garantia de segurança e conformidade dos canteiros de obras, minimizando riscos de acidentes e assegurando o cumprimento das normas e regulamentações. Além disso, essa abordagem promove transparência, proporcionando informações em tempo real e registros detalhados de cada etapa do projeto, o que fortalece a prestação de contas entre as partes envolvidas.

Durante o PoC também pode-se avaliar o comportamento das imagens e dinâmica de fiscalização chegando as seguintes recomendações:

- Obras itinerantes, principalmente as de manutenção do Sistema de Água e Esgoto são as mais indicadas para ser utilizado as bodycams.
- Obras pontuais, como as Estações de Tratamento e Elevatórias, a solução se mostrou um pouco limitada, tanto pelo ângulo de visão quanto pelo tempo de bateria. Nestes tipos de obras, a melhor solução seria a aplicação de solução/tecnologia diferente como a utilização de câmeras melhores, tipo DOME, ligadas a Energia da concessionária pública e com a utilização de WIFI como conexão na Internet.
- Obras lineares, como a de implantação de rede coletora de Esgoto e de distribuição de água, a solução até funcionou, porém como a obra/serviço tendem a se deslocar ao longo de uma rua e durante dias, a melhor solução seria similar às obras pontuais, porém adotando solução com GPRS e bateria com recarga solar por exemplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAJ – COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE, Procedimentos e contratos relacionados ao FisCAJliza, 2023.
2. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
3. 1. INSTITUTO TRATA BRASIL - Resumo Executivo do Ranking do Saneamento 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2022/>. Acesso em 2022
4. 2. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Gestão Eficiente de Água e Energia Elétrica em Saneamento: Capacitação Técnica dos Prestadores de Serviço de Saneamento. Brasília, 2006. CD-ROM