

19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br



25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

LEVANTAMENTO DE INTERFERÊNCIAS UTILIZANDO APLICAÇÃO MÓVEL *LOW-CODE*: UM ESTUDO DE CASO

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

Rafael Barbosa Otranto¹, Otto Araujo Nielsen¹; Giuseppe Miceli Junior¹; Paulo César Pellanda¹

RESUMO

Durante a execução de um empreendimento de engenharia, é comum a ocorrência de situações que não foram previstas no projeto ou que, devido a complexibilidade destes, acabam não sendo observadas. Esses pontos de conflitos, chamados de interferências, costumam atrasar o cronograma da obra, gerar retrabalhos e aditivos, tudo isso aumentando o seu custo. Desta forma, a utilização de uma aplicação de celular que fosse capaz de cadastrar esses pontos e pudesse ser facilmente transferida para os softwares de elaboração de projetos poderia contribuir para a redução dessas interferências. O desenvolvimento de um aplicativo de celular capaz de cadastrar pontos, fotos e coordenadas geográficas utilizando linguagens de programação tradicionais é algo fora do cotidiano dos escritórios de engenharia. Neste intuito, esse trabalho aborda o desenvolvimento de um aplicativo de celular denominado Residente, desenvolvido utilizando a plataforma *Power Apps* da Microsoft que dispensa o conhecimento de complexas linguagens de programação sendo enquadrada como uma plataforma *low-code*. O aplicativo desenvolvido foi capaz de registrar pontos de interferências em obras em um banco de dados em nuvem. Após o desenvolvimento, o aplicativo foi utilizado em uma obra rodoviária no município de Jaru-RO sobre coordenação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para avaliar a sua eficiência tendo obtido bons resultados em todos os pontos cadastrados.

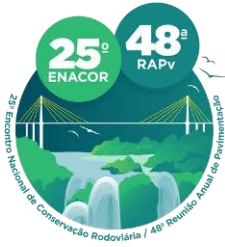
PALAVRAS-CHAVE: Interferências, aplicativo para engenharia, *Power Apps*, Aplicativos *low-code*.

ABSTRACT

During the execution of an engineering project, it is common for situations to occur that were not foreseen in the project or that, due to their complexity, end up not being observed. These points of conflict, called interference, tend to delay the work schedule, generate rework and additives in the work, all of which increase the cost of the building. In this way, the use of a cell phone application that was able to register these points and could be easily flexible for the design elaboration software could contribute to reduce these interferences. The development of a cell phone application capable of registering points, photos and geographic coordinates using traditional programming languages is something outside the daily life of engineering offices. In this sense, this work addresses the development of a mobile application called Residente, developed using Microsoft's *Power Apps* platform, which dispenses with the knowledge of complex programming languages, being framed as a low code platform. The developed application was able to record interference points in works in a cloud database. After development, the application was used in a road work in the municipality of Jaru-RO under the coordination of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) to evaluate its efficiency, having good results in all registered points.

KEY WORDS: Interferences, engineering app, *Power Apps*, low-code apps.

¹ Instituto Militar de Engenharia – IME, Pós-Graduação em Engenharia de Defesa. Praça General Tibúrcio, 80 – Urca. Rio de Janeiro – RJ, 22290-270. Email: rafael.otranto@ime.eb.br; nielsen.otto@ime.eb.br; Giuseppe.pged@ime.eb.br; pellanda@ime.eb.br



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

O Setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) desempenha papel fundamental para a economia global, pois é responsável pela construção e manutenção de infraestruturas críticas para o bem-estar social através da construção de edifícios, pontes, estradas, sistemas de energia dentre outros. Além disso, gera empregos e renda em muitas partes do mundo e é um motor importante do crescimento econômico (CBIC, 2021).

No entanto, o Setor AEC teve sua produtividade diminuída desde a década de 60, enquanto no mesmo período, todos os demais setores aumentaram a produtividade consideravelmente (MIHIC, 2014). Fruto do tradicionalismo do setor, que persiste com processos fragmentados entre a concepção e a produção, além de criar produtos cada vez mais complexos e com requisitos de desempenho mais rigorosos (LEITE, 2022).

Paralelamente, o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tem passado por uma verdadeira revolução nas últimas décadas. Os avanços tecnológicos em hardware, software, internet e comunicações móveis têm sido cada vez mais acelerados e disruptivos, transformando a forma como as pessoas se comunicam, trabalham e se relacionam. Estas Tecnologias de Informação e Comunicação incluem desde o Sistema de posicionamento Global (GPS), Sistema de Informação geográfico (GIS), Internet das Coisas (IoT), realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR) e o Building Information Modeling (BIM)

Na interseção destes dois setores AEC e TIC, as Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) tem subsidiado inovações da Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), por meio da sua aplicação para o desenvolvimento de ferramentas de gestão, uso de equipamentos eletrônicos e processamento de informações por meio de programas, seja para armazenagem, análise, controle, transferência e apresentação das informações da construção durante todo o ciclo de vida do empreendimento (El-Ghandour, 2004). Desta forma, verifica-se a crescente colaboração do TIC para a melhoria da qualidade dos projetos e acompanhamento de execução de obras de todo o setor AEC.

Neste contexto, as obras de infraestrutura são costumeiramente impactadas por interferências que não foram consideradas durante a elaboração do projeto ou que surgiram no interstício entre a entrega do projeto e o início efetivo da construção, podendo causar atrasos no cronograma, uma vez que, a necessidade de ajustes e adaptações no projeto para contornar as interferências pode demandar um tempo significativo ou até mesmo exigir a contratação de mão de obra adicional levando a atrasos na entrega da obra e potenciais penalidades contratuais. O aumento nos custos pode exigir o realinhamento de recursos e até mesmo gerar impactos negativos na qualidade da obra.

Para evitar ou minimizar os problemas causados por interferências, é fundamental que durante a fase de elaboração do projeto executivo estes pontos sejam cuidadosamente apontados e todas as possíveis interferências que possam surgir sejam levadas em consideração. A realização de estudos preliminares, levantamentos topográficos e análises detalhadas do terreno são medidas importantes para identificar e avaliar essas interferências potenciais, porém, por diversas vezes essas interferências acabam passando despercebido.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Diante desses contratemplos, identificou-se a necessidade da elaboração de uma ferramenta que pudesse ser útil e prática, tanto na fase de elaboração do projeto quanto na parte de execução da obra, para cadastrar e acompanhar a evolução das interferências que existem no trecho a ser construído. Ainda sobre o aspecto da praticidade, a solução de aplicativos para celulares e tablets tem se mostrado ser a melhor escolha devido a portabilidade. Entretanto, a necessidade de conhecimento de complexas linguagens de programação afasta a materialização de boas ideias em algo tangível.

Neste sentido, o presente trabalho propõe-se a apresentar uma forma de enriquecimento de projetos rodoviários através de um aplicativo de celular utilizando uma linguagem de programação de baixa complexibilidade, que tem se tornado cada vez mais acessíveis, em comparação com as linguagens tradicionais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

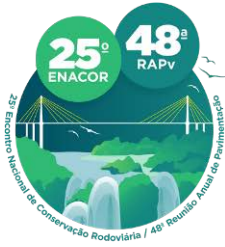
Buscou-se inicialmente plataformas que demandassem baixo conhecimento em programação (*low code*) visando driblar a necessidade de domínio de complexas linguagens. Ao considerar o desenvolvimento de aplicativos de celular com abordagem *low-code*, as principais plataformas utilizadas são: *OutSystems*, *Mendix*, *Power Apps* e *Appian*.

A plataforma *OutSystems* oferece um ambiente visual e recursos de modelagem de dados e lógica de negócios para criar aplicativos móveis. O *Mendix* também proporciona uma abordagem de modelagem visual e integração simples com sistemas externos. O *Power Apps*, desenvolvido pela Microsoft, permite criar aplicativos móveis rapidamente usando uma abordagem *low-code*. Por fim, a plataforma *Appian* oferece recursos de baixo código para desenvolvimento móvel, incluindo integração e automação de processos.

Essas plataformas de programação *low-code* oferecem um ambiente amigável e simplificado para o desenvolvimento de aplicativos móveis, tornando mais fácil e rápido criar soluções para dispositivos móveis. Dentre as possibilidades elencadas optou-se pela utilização da plataforma *Power Apps* da Microsoft devido a sua facilidade de integração com diversos bancos de dados como *SQL Server*, *PostgreSQL*, *MySQL*, serviços de nuvens e o pacote *Office*. Além disso, a plataforma *Power Apps* atualmente está inclusa no pacote *Office Business* já comumente adquirido pela maioria dos escritórios de arquitetura e engenharia o que não geraria custos adicionais, tornando a escolha pela solução da Microsoft a opção mais viável.

A plataforma *Power Apps* permite criar e personalizar aplicativos sem a necessidade de habilidades avançadas de programação. Com a plataforma, usuários e desenvolvedores podem criar aplicativos personalizados que se integram facilmente com outras ferramentas de negócios da Microsoft, como o *SharePoint* e o *Power BI* (Microsoft, 2023). Além disso, o *Power Apps* oferece suporte para sistemas iOS e Android, não sendo necessária a elaboração de códigos separados ou realizar adaptações. Durante a revisão da literatura pode-se identificar algumas aplicações bem-sucedidas do *Power Apps* no meio da Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção.

Ruthes, Shoji e Souza (2021) desenvolveram o aplicativo Mob a fim de melhorar o fluxo de informações referentes ao estoque e a execução dos serviços que ocorrem rotineiramente em uma obra de construção civil tendo obtido, ao término do período de estudo, resultados favoráveis. O



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



aplicativo foi capaz de aprimorar a rastreabilidade de insumos através do registro de todo o histórico de movimentação, além de gerar dados mais assertivos referentes ao estoque disponível na obra. Em relação ao controle de serviços, a ferramenta disponibilizou históricos e gráficos dos acontecimentos durante a etapa de execução da obra e permitiu o acompanhamento atualizado dos serviços em andamento.

Gomes (2021) desenvolveu uma aplicação para a empresa Ferrovia Tereza Cristina, onde o custo para o desenvolvimento e manutenção dos sistemas foi reduzido, uma vez que, não houve a necessidade de contratação de desenvolvedores especializados para criação e manutenção dos sistemas. Além disso, com um treinamento de poucas horas já foi o suficiente para capacitar um grupo de funcionários para criação de aplicações simples.

Pontizelli (2022) relata os resultados obtidos com a implementação da plataforma *Power Apps* em uma das lojas do grupo Bunge. Na ocasião, o aplicativo desenvolvido operou junto com uma outra solução de automação desenvolvida permitindo a consulta e verificação do andamento de agendamento de cargas feito pelo sistema de automação além de, permitir a verificação de indicadores de produtos e movimentação de estoque.

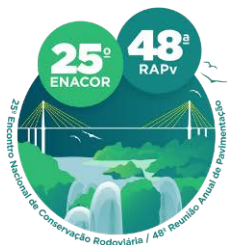
Diante disso, o *Power Apps* se apresenta como uma solução tecnológica muito relevante para a construção civil. Com ela, é possível desenvolver ferramentas personalizadas para atender as necessidades específicas de gestão de obras e projetos, simplificando processos e promovendo a integração entre as diversas áreas envolvidas. A facilidade de criação e utilização dessas ferramentas, sem a necessidade de conhecimentos avançados em programação, permite que profissionais de diferentes níveis de formação possam utilizá-las em suas atividades diárias.

METODOLOGIA

Conforme dito anteriormente, a construção do aplicativo foi desenvolvida utilizando a plataforma *Power Apps* da Microsoft e foi denominado **Residente**. Na sua tela inicial é possível identificar a opção de “Interferências” conforme apresentado na figura 1.



Figura 1- Tela inicial (Autor, 2023)



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

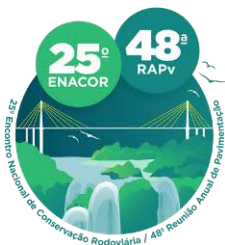


Adentrando nesta opção é possível que o usuário insira novos pontos utilizando a câmera do celular ou alguma imagem previamente salva no seu dispositivo conforme apresentado na Figura 2. Paralelamente a isso, o usuário pode consultar todas as interferências já cadastradas e as editar caso seja necessário. Na ocasião do cadastro, o aplicativo utiliza as coordenadas geográficas da posição onde o usuário está, porém caso haja algum problema nesse processo, é possível que as coordenadas sejam inseridas ou corrigidas posteriormente.



Figura 2 – Tela de inserção de pontos (Autor, 2023)

Uma vez realizado o cadastro dos pontos, todas as informações são enviadas para o banco de dados do aplicativo e segue a dinâmica apresentada na Figura 3. Devido à grande facilidade de integração entre os produtos da Microsoft foi escolhido o *SharePoint* como banco de dados, que além de possuir uma interface amigável, também é uma plataforma em nuvem dispensando a utilização de servidores físicos locais e os gastos decorrentes para a manutenção deles.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

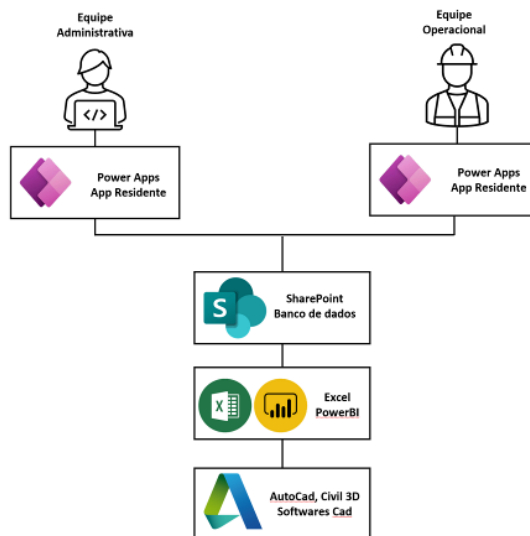


Figura 3 – Fluxo de informações do aplicativo Residente (Autor,2023)

Cabe ressaltar que, conforme dito anteriormente a plataforma também possui integração com diversos banco de dados, facilitando a integração com o banco existente em empresas com a plataforma *Power Apps*, não sendo necessária a migração para um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) específico.

Após o cadastro das informações no banco de dados é possível verificar o nome das interferências, foto, data, latitude, longitude, horário e autor da criação, além do horário e nome de quem realizou a última edição, caso haja. Desta forma, o aplicativo permite rastrear todo o histórico do registro de cada ponto, conforme demonstrado na figura 4.

Novo	Editar no modo de exibição de grade	Compartilhar	Exportar	Automatizar	Integrar	...		
Tipo de Interferência	Foto	Data	Latitude	Longitude	Criado	Criado por	Modificado	Modificado por
Poste de iluminação		05/05/2023	10,46090053	62,45535361	Há 3 dias	Rafael Barbosa Otranto	Há 3 dias	Rafael Barbosa Otranto
Poste		05/05/2023	10,45274539	62,46066637	Há 3 dias	Rafael Barbosa Otranto	Há 2 horas	Rafael Barbosa Otranto
Poste na trajetória da drenagem		08/05/2023	10,4527442	-62,46067764	Há 2 horas	Rafael Barbosa Otranto	Há 7 minutos	Rafael Barbosa Otranto
Dissipador enterrado. Necessidade de estender rede de drenagem em terreno particular		08/05/2023	-10,45721374	-62,45782016	Há 2 horas	Rafael Barbosa Otranto	Há 7 minutos	Rafael Barbosa Otranto
Boca de BSJC em frente a propriedade particular		08/05/2023	-10,4551238	-62,45855858	Há 2 horas	Rafael Barbosa Otranto	Há 6 minutos	Rafael Barbosa Otranto
Postes de alta tensão na trajetória da cirilovia		08/05/2023	-10,45247017	-62,46031308	Há 2 horas	Rafael Barbosa Otranto	Há 6 minutos	Rafael Barbosa Otranto

Figura 4 - Tela do banco de dados (Autor, 2023)

Todas as informações que foram citadas podem ser consultadas na tela do navegador, exportadas para o Microsoft Excel, em formato csv ou arquivo de consulta web do Microsoft Excel, ou para o Power BI permitindo um eventual tratamento de dados.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br



ESTUDO DE CASO

A fim de realizar a análise do aplicativo desenvolvido foi escolhida uma obra de engenharia rodoviária em execução. Foi selecionada uma obra pública executada pelo 5º Batalhão de Engenharia de Construção (5º BEC) sobre a supervisão do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

A obra em questão tratasse da duplicação de um trecho da BR-364/RO no município de Jarú/RO entre os km 421,4 e km 424 conforme apresentado na figura 5.



Figura 5 – Trecho da BR-364 selecionado para o estudo de caso (Autor, 2023)

O perfil atual da rodovia é composto por um segmento de pista simples, e é representado pelo polígono cinza com hachuras, conforme apresentado na figura 6. Após a sua ampliação a rodovia passará a ter a geometria indicada na mesma figura.

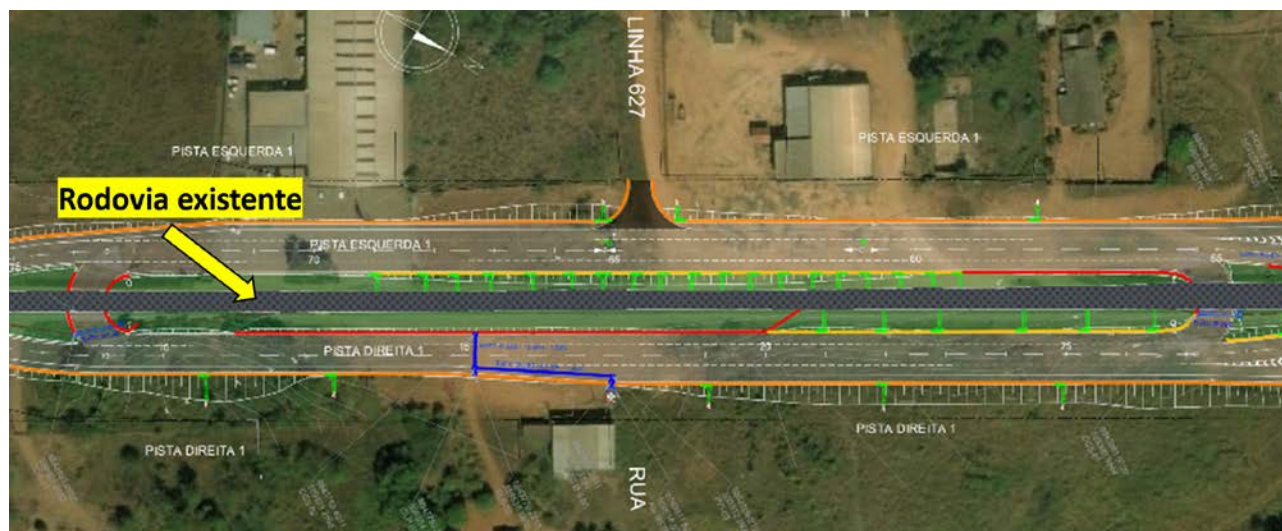
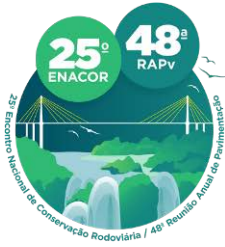


Figura 6 – Projeto Executivo (CONSOL, 2020)



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Apesar de estar localizada no trecho da BR-364 o segmento em questão está situado em uma área urbana, próxima de construções residenciais e comerciais, motivo pelo qual foi selecionado para este estudo, uma vez que, devido a urbanização próxima há a expectativa da ocorrência de interferências entre o projeto e as construções existentes.

Para a utilização do aplicativo não houve nenhum treinamento prévio, tendo sido feita uma apresentação sumária da sua funcionalidade ao usuário com o objetivo de verificar se a plataforma seria amigável ao operador.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

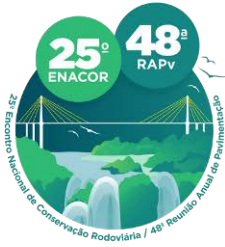
Após o período de modelagem do aplicativo foi solicitado ao gerente operacional da obra que, após o estaqueamento do trecho pela topografia, fizesse o registro das possíveis interferências encontradas para que pudesse ser confrontada com o projeto executivo entregue.

Ao final do trabalho foram selecionados cinco pontos como possíveis interferências no projeto para o estudo em questão. As imagens que foram enviadas pelo gerente da obra e selecionadas para o estudo são apresentadas na figura 7.



Figura 7 - Fotos das possíveis interferências registradas (Autor, 2023)

As imagens apresentadas na figura 7 foram descritas como sendo postes dentro da faixa de domínio (três primeiras imagens) e dois dissipadores de boca de bueiros posicionados na direção de residência e em terreno privado (duas últimas imagens).



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



As coordenadas registradas pelo aplicativo foram extraídas para o Excel e inseridas no Autodesk Civil 3D para que se pudesse analisar o seu posicionamento em relação ao projeto geométrico tanto da duplicação quanto do trecho a ser implantado. A Tabela 1 apresenta um extrato dos dados extraídos.

Tabela 1 – Dados extraídos do aplicativo residente

Tipo de Interferência	Latitude	Longitude
Poste de iluminação	-10.4558103	-62.45833843
Poste na trajetória da drenagem	-10.4527442	-62.46067764
Dissipador enterrado.	-10.45721374	-62.45782016
Boca de BSTC em frente a propriedade particular	-10.4551238	-62.45855858
Postes de alta tensão na trajetória da ciclovia	-10.45247017	-62.46031308

Após o lançamento dos dados no Civil 3D os pontos registrados são representados por um “X” vermelho (indicados por setas amarelas). A figura 8 apresenta a existência de um dissipador direcionado para um terreno privado; um poste de energia localizado dentro do projeto da rodovia e um outro dissipador direcionado em terreno particular e próximo de casas e comércios.

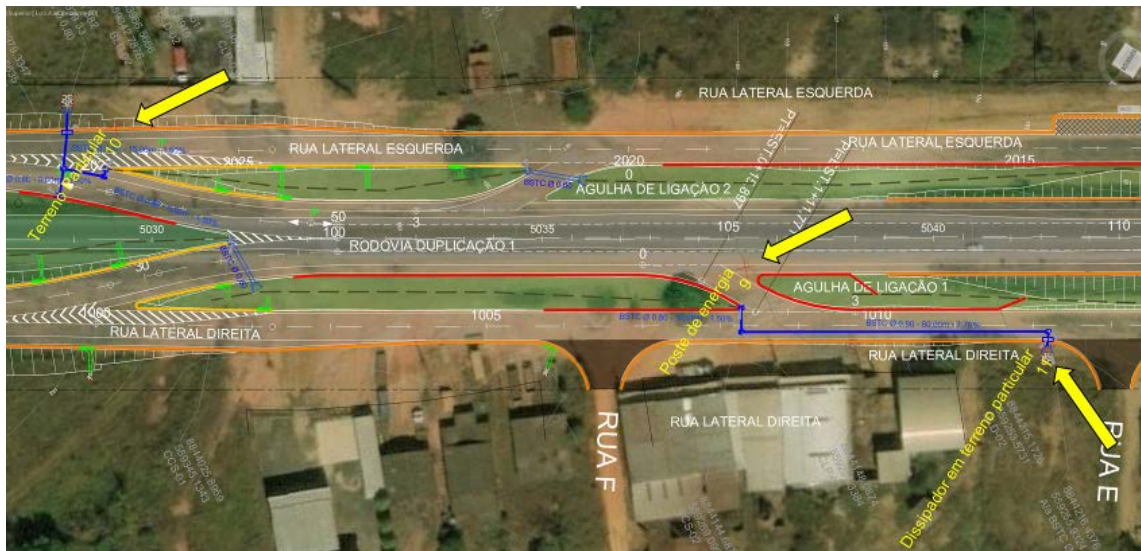
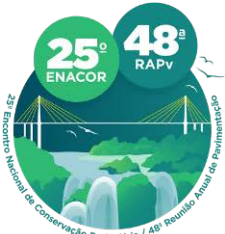


Figura 8 – Interferências (Autor, 2023)

A figura 9 apresenta mais dois postes. O mais ao norte localizado dentro da rodovia e o mais ao sul localizado na ciclovia a ser construída.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Figura 9 - interferências (Autor, 2023)

Desta forma, todos os pontos registrados pelo gerente da obra de fato estavam localizados dentro de trechos da rodovia e provavelmente gerarão transtorno para as equipes no decorrer da execução.

CONCLUSÃO

A crescente demanda por inovação na construção civil tem levado ao desenvolvimento de novas tecnologias que possam otimizar os processos principalmente reduzindo o tempo empenhado na elaboração de projetos ao mesmo tempo que os torna mais assertivos para reduzir ao máximo a necessidade de ajustes na frente de serviço e a necessidade de aditivos para corrigir erros. Nesse sentido, o aplicativo *Power Apps* apresenta grande potencial para ser uma ferramenta versátil, de baixo custo e de fácil implementação no setor da AEC.

Com sua interface intuitiva e customizável, em pouco tempo foi possível desenvolver uma ferramenta capaz de cadastrar, com excelente grau de precisão, pontos de interferência que, caso tivessem sido levados em consideração na ocasião da elaboração do projeto, hoje não seriam problemas para a equipe de execução e fiscalização. No caso em questão, por se tratar de uma obra pública, problemas dessa natureza envolvem diversos agentes da administração para serem resolvidos, o que gerará aumento de custo devido a atrasos do cronograma e transtornos para os moradores da região que passarão mais tempo convivendo com um empreendimento deste porte em sua região.

Outra vantagem do *Power Apps* é a possibilidade de customização de formulários e fluxos de trabalho, o que permite adequar a ferramenta às necessidades específicas de cada projeto. Dessa forma, é possível criar soluções personalizadas para as demandas de cada obra, contribuindo para a redução de custos e aumentando a eficiência da gestão.

A ferramenta permite que seja adaptada e incluídas diversas funcionalidades extremamente úteis na rotina da construção civil como dados de apropriação, ensaios laboratoriais, controle de estoque e



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



manutenção. Diante dessas potencialidades, é possível afirmar que o uso do *Power Apps* na construção civil é extremamente válido e promissor.

REFERÊNCIAS

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em: <<https://cbic.org.br/a-importancia-da-construcao-civil-para-a-economia-nacional/>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

CONSOL - Engenheiros Consultores Ltda. Projeto Executivo da Travessia Urbana de Jarú. Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência. Novembro de 2020.

EL-GHANDOUR, W.; AL-HUSSEIN, M. Survey of information technology applications in construction. *Construction Innovation*, v. 4, n. 2, p. 83-98, 2004.

GOMES, R. dos S. Ambiente de desenvolvimento low-code: estudo de caso da utilização da ferramenta Microsoft *Power Apps* na empresa Ferrovia Tereza Cristina para o desenvolvimento de soluções, 2021.

LEITE, K. P.; SILVA, L. T. da.; SOUSA, V. M. de. Projeto colaborativo em BIM: análise de uma experiência acadêmica no curso de Arquitetura e Urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

MANZOOR, B.; OTHMAN, I.; TORRES, J. P. Digital Technologies in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry—A Bibliometric—Qualitative Literature Review of Research Activities, 2021.

MICROSOFT. *Power Apps* overview. Microsoft Learn. Disponível em: <<https://learn.microsoft.com/en-us/power-apps/powerapps-overview>>. Acesso em: 04 maio 2023.

MIHIC, M.; SERTIC, J.; ZAVRSKI, I. Integrated Project delivery as integration between solution development and solution implementation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 119, p. 557-565, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042814021533>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

PONTIZELLI, L. E. et al. Automação e consulta do agendamento de cargas utilizando RPA e *Power Apps*, 2022.

RUTHES, C. F.; SHOJI, É. K.; SOUZA, F. de P. Desenvolvimento de ferramenta computacional para gestão de fluxo de informações referentes a estoque e execução de serviços: *Obra Mob*, 2021.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI, p. 65-103, 2010.