



A INTELIGÊNCIA ESPACIAL APLICADA NA GESTÃO DE LINHAS AÉREAS DA CEMIG

Tema: Gestão Ativos e Manutenção

Autores: Carlos Do Nascimento, Guilherme Brangioni; Lucas Souza; Alexander Gonçalves; Bruno Pedrosa

Co-Autores: Daniel de Oliveira, Alexandre Aleixo, Yuri Martins, Kellerman Novaes

Empresa: Cemig Geração e Transmissão

Resumo

A inteligência espacial é o novo termo utilizado para referenciar a ampla gama de produtos GIS - *Geographic Information System*. Na Cemig é desenvolvido parte da inteligência espacial na plataforma Esri/ArcGIS por meio do Portal Enterprise da Cemig utilizando as ferramentas de publicação disponíveis, que exibem informações diretamente da base de dados Geográfica do Banco de Dados das Instalações de Transmissão de Energia Elétrica (BDIT) como: Linhas de Transmissão, Estruturas, Vãos e Subestações com imagens de Ortofotos de todos 5000 km de Linhas Aéreas e 44 Subestações da Cemig GT. Essa aplicação foi desenvolvida por equipe de GEO da diretoria de tecnologia da informação da Cemig com apoio da engenharia da empresa Imagem, representante ArcGIS no Brasil, e se encontra disponível em ambiente de produção da rede de dados da Cemig, com acesso aos usuários já cadastrados no ArcGIS Portal Enterprise. Todos os empregados da Cemig podem ter acesso a esse Portal ou por meio qualquer dispositivo móvel externo à rede Cemig, pela plataforma ESRI, o que democratiza o uso das informações. O uso dessas informações segue a mesma política de TI e de privacidade de base de dados da Cemig.

1. Introdução

1. Ferramenta APP GEO BDIT

Em continuidade na disseminação e utilização do acervo de informações do GIS da Cemig foi desenvolvida e disponibilizada aplicação APP GEO BDIT - ATIVOS DA TRANSMISSÃO por meio da plataforma ArcGIS da ESRI conforme mostra a Figura 1 na sua primeira versão dessa aplicação, ainda em fase de desenvolvimento.

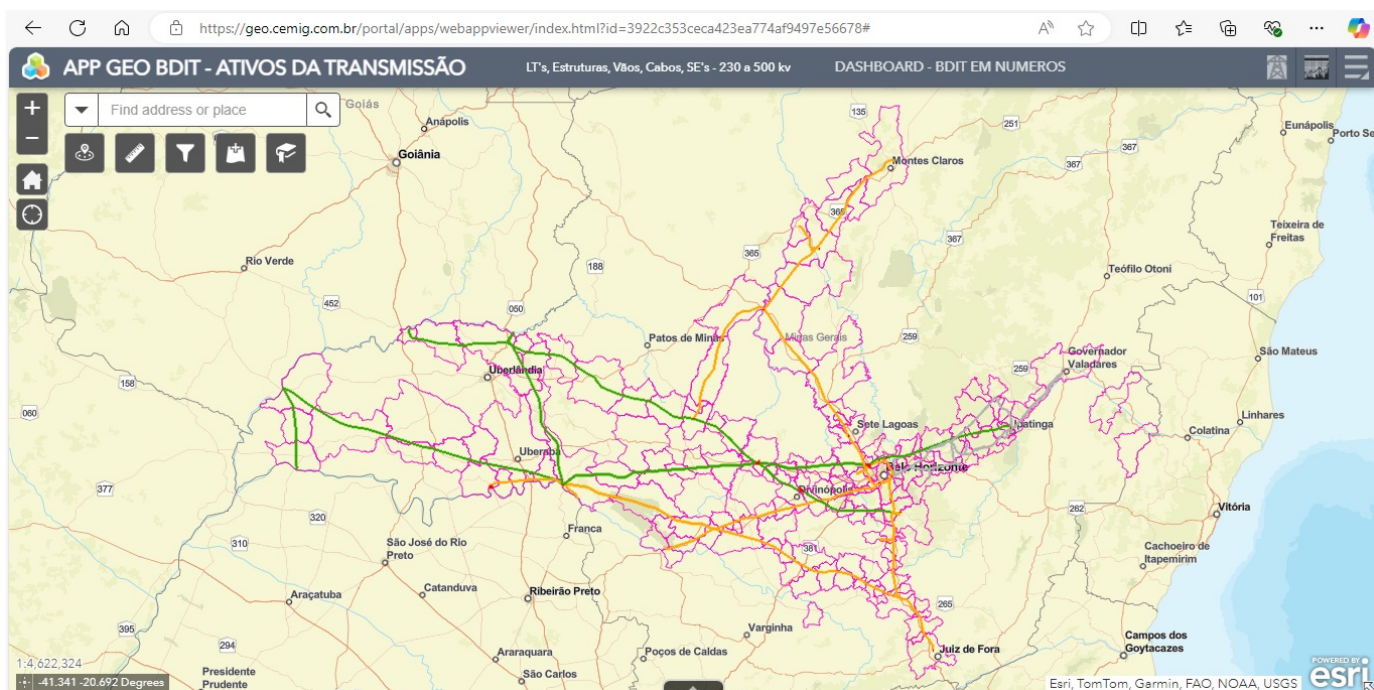


Figura 1 - APP GEO BDIT - ATIVOS DA TRANSMISSÃO por meio da plataforma ArcGIS da ESRI

2. Sobre o Projeto de Inteligência Espacial - APP GEO BDIT

O Projeto APP GEO BDIT foi desenvolvido na plataforma ArcGIS por meio de ferramentas de geoprocessamento para suprir as necessidades tecnológicas, de integração SAP e de processos da engenharia da Cemig, na otimização dos recursos em gestão de ativos de Linhas Aéreas da Cemig. A plataforma APP GEO BDIT permite promover a integração de sistemas, metodologias e processos de engenharia. O projeto motivou-se no âmbito do Planejamento Estratégico da Cemig, que tem um dos pilares fundamentais a transformação pela digitalização, em curso na transição energética mundial, e pela eletrificação em massa da economia. Isso trata-se de uma iniciativa para definição, unificação e modernização do sistema de geoprocessamento das informações para a Cemig. Dentre os benefícios auferidos com a plataforma desenvolvida, cita-se:

- i) Fornecimento de solução unificada de geoprocessamento com padronização de processos de cadastro, acesso e distribuição das informações com ganho em escala;
- ii) Integração de processos e sistemas dos negócios incluindo cadastro, e interfaces geográficas para auxiliar na gestão de ativos;
- iii) Adoção de produto de mercado voltado para geoprocessamento e específico para o negócio com modelo de dados e funcionalidades padronizados;
- iv) Possibilidade de realizar upgrades de versões sem demandar longos e elevados custos de projetos;
- v) Provisão de requisitos adequados de performance e escalabilidade: Alto desempenho GIS para os processos de gestão de ativos pela sua elevada confiabilidade requerida.

3. Sobre o Produto APP GEO BDIT

O projeto APP GEO DBIT continuou de uma experiência já consolidada da Cemig com o ambiente GEOTRANS, mas que foi descontinuada, onde todos os ativos de Linhas Aéreas da Cemig GT já pertenciam a essa base de dados georreferenciada. Eram dados geodésicos, mas sem precisão e com uma latência de atualizações, que não foram executadas ao longo do tempo por uma limitação tecnológica da base de dados. Assim, parte das equipes que trabalharam na construção do GEOTRANS e novos integrantes contribuíram para a formação no novo Portal APP GEO BDIT da Cemig. Para acessar a ferramenta basta executar o link na URL conforme exemplo a seguir:

" <https://geo.cemig.com.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=3922c353ceca423ea774af9497e56678>"

O Portal apresenta um mapa principal com camadas de informações geográficas das Linhas de Transmissão da Cemig GT, classificadas em cores por nível de tensão elétrica de 230, 345 e 500 kV. Também, ícones na barra superior e na própria área do mapa permitem o acesso as ferramentas de geoprocessamento por meio de:

- i) Legenda/Lista de Camadas,
- ii) Galeria de Mapas,
- iii) Pesquisa no Mapa,
- iv) Near Me,
- v) Medições,
- vi) Desenho, e,
- vii) Adicionar dados externos.

Uma das configurações do projeto foi que a manipulação da aplicação em web fosse o mais intuitivo possível, por parte dos usuários. As equipes do projeto estimaram que esse requisito de projeto foi plenamente atendido conforme mostra um exemplo prático da Figura 2, que mostra um exemplo de acesso base por meio das rotas das Linhas saindo e chegando na Subestação de Neves 1, 500 kV. As imagens de todas as subestações e todos os vãos das faixas das Linhas da transmissão da Cemig foram adquiridas pelo projeto Cemig GT / EngeMap contratado para atender ao processo BDIT / ONS / Aneel, que será explicitado de forma resumida, a seguir.



Figura 2 Interfase atual do Projeto APP GEO BDIT

4. O Projeto Cemig GT – EngeMap Dados BDIT e GEO

A Cemig GT contratou serviços de Aerolevantamento a Laser e Geoprocessamento para geração de produtos cartográficos de ativos de Transmissão junto empresa ENGEMAP, entre 2021 e 2022, conforme Especificação Técnica ET-AT/CP-LT-005. O objetivo desse projeto foi a execução dos serviços de engenharia cartográfica visando a elaboração da base de dados das instalações de transmissão de Energia Elétrica – “BDIT” para atendimento às exigências regulatórias, conforme disposto na Resolução Normativa Nº 861, de 26/11/2019 e na Revisão 2019.11 do Submódulo 2.2 dos Procedimentos de Rede do ONS, que dispõem sobre os requisitos de dados georreferenciados de linhas de transmissão e subestações a serem cadastrados na plataforma BDIT, considerando o emprego de tecnologias de sensoriamento remoto, tais como: aerofotogrametria digital, perfilamento laser aerotransportado e topografia convencional. A empresa Engemap – Engenharia, Mapeamento e Aerolevantamento Ltda., utilizou seu sistema próprio de aerolevantamento, denominado SAAPI (Sistema Aerotransportado de Aquisição e Pós-Processamento de Imagens), desenvolvido em parceria com a UNESP – Universidade Estadual Paulista de Presidente Prudente. Constitui-se no primeiro sistema com câmera digital homologado no Brasil. Integra câmeras digitais matriciais de alta qualidade geométrica e radiométrica a sensores de georreferenciamento direto, permitindo a coleta de imagens georreferenciadas RGB e infravermelho em variadas escalas, de acordo com a necessidade de cada projeto. A Figura 3 ilustra a aeronave utilizadas pelo projeto. A Figura 4 apresenta o Sistema SAAPI *embarcado em uma das aeronaves da Engemap.



Figura 3 - Aeronave homologada: PT-VGD EMB-810D –SÊNECA. Aeronave homologada: PT-RQA EMB-810C –SÊNECA



Figura 4 - Detalhes do Sistema SAAP embarcado em aeronave da Engemap.

A Figura 5 apresenta a área geográfica com o conjunto de linhas de transmissão de energia elétrica operadas pela CEMIG GT com extensão de 5000 km lineares, com uma faixa de 120 metros (60 metros para cada lado do eixo das linhas), perfazendo uma área de 598,8km². Nessa Figura 5 apresenta exemplos do plano de voo com o range de coleta dos dados em campo. Assim, toda essa massa de dados das ortofo-
tos, obtidas em elevada precisão geográficas pela resolução especificada pela DBIT, foram trabalhadas e compactadas para a utilização no Portal APP GEO BDIT da Cemig.



Figura 5 - Área geográfica de interesse das LTs da CEMIG GT. Ilustração de Plano de voo.

3. Sobre a integração com o Projeto BDIT:

Talvez o maior desafio, mas também o maior ganho tecnológico do Projeto APP GEO BDIT foram cumpridos com sucesso, isto é, a integração completa da base de dados em ambiente ArcGIS-ESRI com a base dados do projeto BDIT / ONS por meio de sistemas de TI desenvolvidos pelas equipes da DTI/SI-Geo.

Esse requisito de desenvolvimento foi ousado na dimensão tecnológica, uma vez que, a atualização da base GEO sempre foi uma restrição presente e não atendida até então, em Geoprocessamento na Cemig. Nesse contexto, o Portal APP GEO BDIT já entrou em operação com 100% integrado as bases de dados SAS e BDIT utilizando sistema e a infraestrutura da DTI da Cemig. A Figura 6 representa a última camada da integração dos sistemas e das bases de dados em diagrama simplificado de blocos [3].

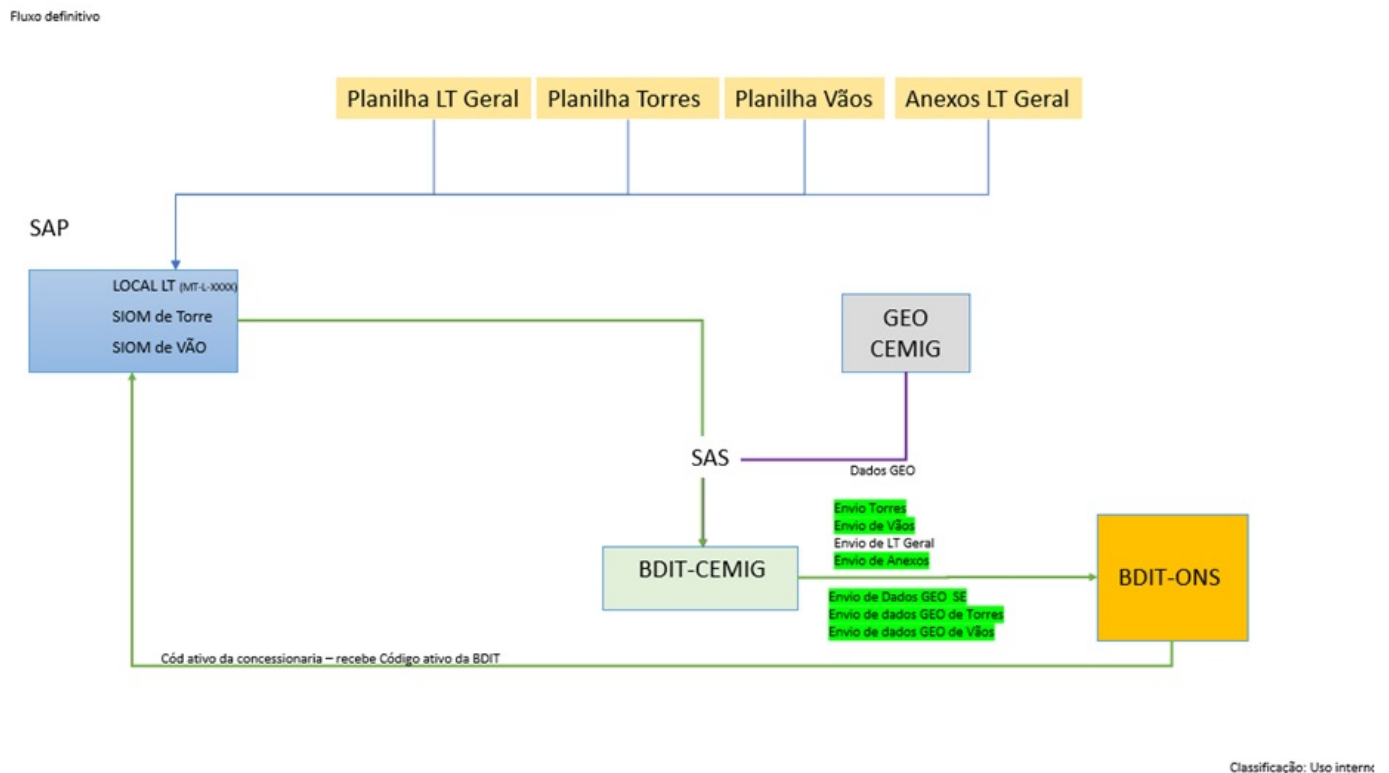


Figura 6 - Integração completa do Portal GEO APP BDIT com as bases dados SAS e BDIT-ONS [3].

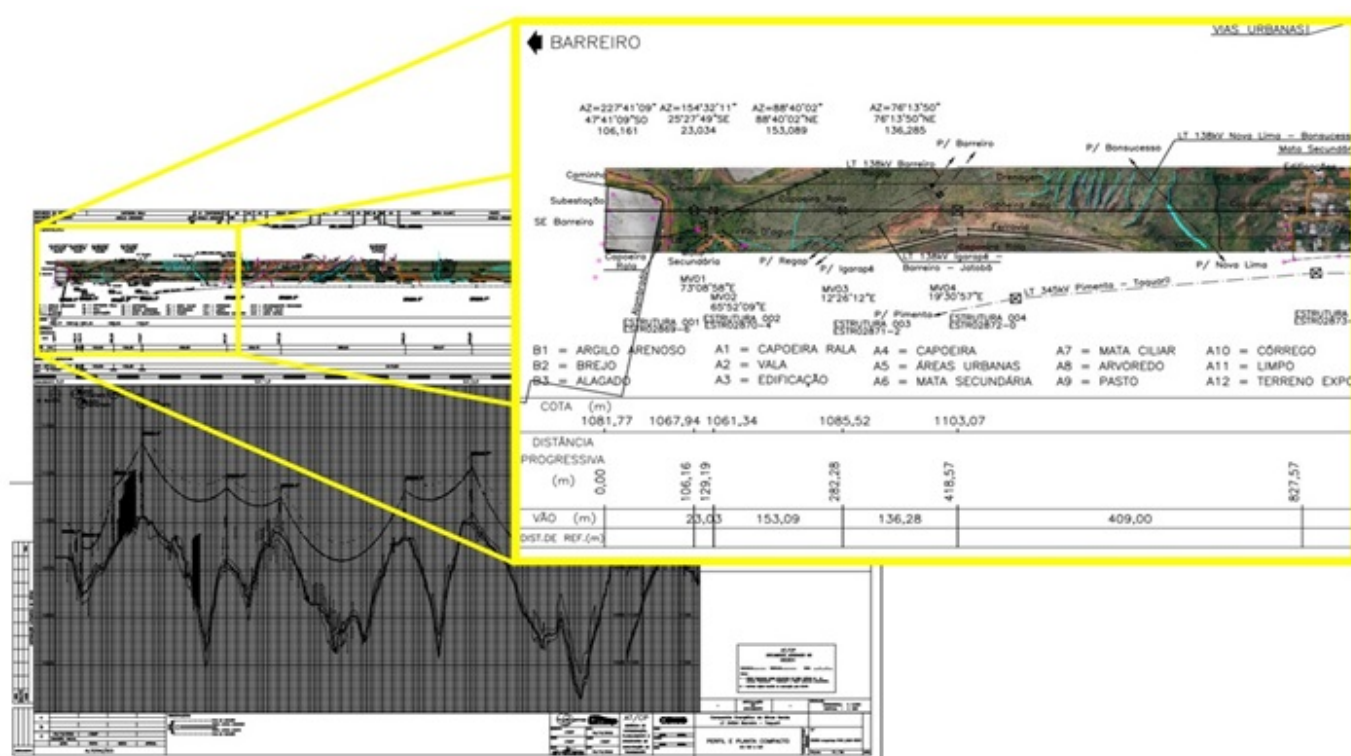
2. Desenvolvimento

1. Camadas de aplicações de engenharia no APP GEO BDIT

1.1. Camada Perfil e Planta de O&M com Plano de Contingências LTs

Essa camada consiste o acesso facilitado aos arquivos PeP-OeM (Perfil e Planta de Operação e Manutenção de Linhas Aéreas que foram levantadas em conjunto com o Projeto BDIT de 2022) e ao Plano de Contingência de LTs da Cemig. Esta nova funcionalidade foi disponibilizada no APP GEO BDIT, que promove uma integração eficaz entre os dados geográficos e os documentos de forma muito mais acessíveis para os usuários por dentro de rede Cemig, mas também com acesso por dispositivos móveis por fora da Rede Cemig. Durante a fase de execução dessa camada, foi realizada a manipulação de dados provenientes do BDIT, além do uso de softwares como ArcGIS, Visual Studio Code, Excel, e a própria plataforma APP GEO BDIT.

Os arquivos gerados pela empresa EngeMap - Engenharia de Mapeamento e Aerolevantamento denominados como PeP-OeM (Perfil e Planta de Operação e Manutenção) e que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do plano de contingência de LTs foram modelados no sistema. Cada arquivo PeP-OeM contém informações essenciais relativas a um segmento de aproximadamente 3 km de uma Linha de Transmissão (LT). No âmbito desses documentos, é possível encontrar detalhes cruciais, tais como informações topográficas, dados sobre vegetação, identificação do proprietário do terreno, localização das estruturas, comprimento do vão, código SAP das estruturas, nome SAP associado a cada estrutura, bem como informações referentes às linhas que atravessam esse trecho, edificações, entre outros. É importante ressaltar que cada arquivo PeP-OeM é composto por duas imagens distintas: uma que representa o perfil topográfico do trecho e outra que representa a planta detalhada do mesmo. Essas imagens foram obtidas por meio de um processo de aerolevantamento “Lidar” que disponibilizou ortofotos e nuvens de pontos referentes aos segmentos das LTs em questão. As Figuras 7 e 8 ilustram um exemplo de arquivo PeP-OeM e oferecem uma visão detalhada das informações contidas nesse tipo de documento.



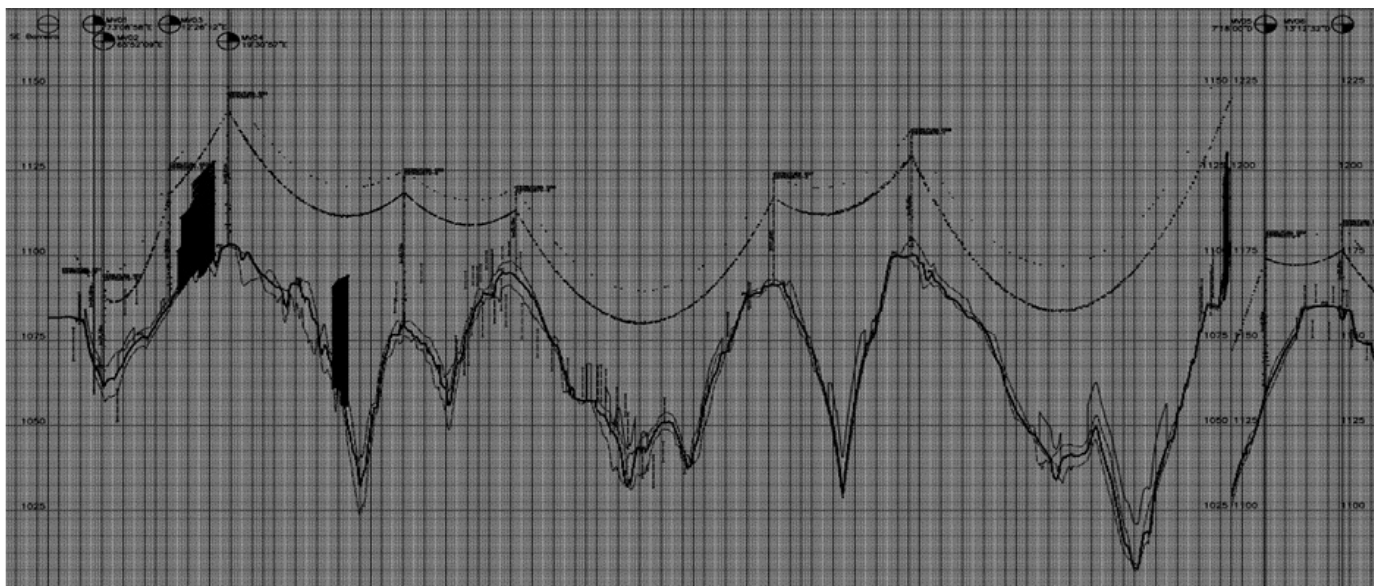


Figura 8 - Perfil do terreno.

Esses arquivos PeP-OeM representam uma excelente fonte de informações, desempenhando um papel vital no planejamento e na execução do plano de contingência de LTs, ao fornecer dados detalhados sobre as características físicas e geográficas dos trechos de LTs, permitindo uma abordagem mais precisa e eficaz na gestão e manutenção dessas infraestruturas.

Essa camada facilita a pesquisa de dados referentes a estruturas e equipamentos, fazendo uso do georreferenciamento como um recurso-chave, conforme mostra a Figura 9. A integração entre o APP GEO BDIT e os documentos de Perfil e Planta da Engemap permite uma gestão mais eficiente das informações, além de fornecer um suporte valioso na elaboração do Plano de Contingência de LTs da transmissão da Cemig. Dessa forma, as equipes da Cemig GT têm além do acervo dos documentos corporativos, o sistema Gedex, mais uma base de dados para facilitar manuseio das informações das Linhas Aéreas diretamente no campo.



Figura 9 - Popup com as informações do Perfil e Planta.

1.2. Camada interseção linhas aéreas com regiões socioambientais sensíveis

A Cemig foi notificada por meio de ofício formalizado pela secretaria de estado de justiça e segurança pública - sejusp agência central de inteligência – aci pedido de busca nº 091.1/2023 – aci/sejusp para fornecer informações sobre torres de transmissão de energia elétrica do SIN. Dados catalogados relativos à localização georreferenciada das Torres de Transmissão das áreas compreendidas como:

- a) Reserva florestal ou área de conservação ambiental;
- b) Terras Indígenas;
- c) Áreas urbanas densamente povoadas;
- d) Torres, estações ou subestações onde já ocorreram ou há suspeita de vandalismo, sabotagem ou obstrução do funcionamento por ação humana;
- e) Torres de alta voltagem que compõem Infraestruturas de Transmissão de Energia Elétrica Nacional

A metodologia de interseção das informações requeridas com as Linhas de Transmissão foi obtida utilizando base de dados GIS da Cemig GT na plataforma Esri/ArcGIS do Portal APP GEO BDIT [1]. A Figura 10 apresenta um exemplo da camada com interseções nas linhas aéreas, do Item 2a - Reserva florestal ou área de conservação ambiental, obtidas na plataforma APP GEO BDIT da Cemig.

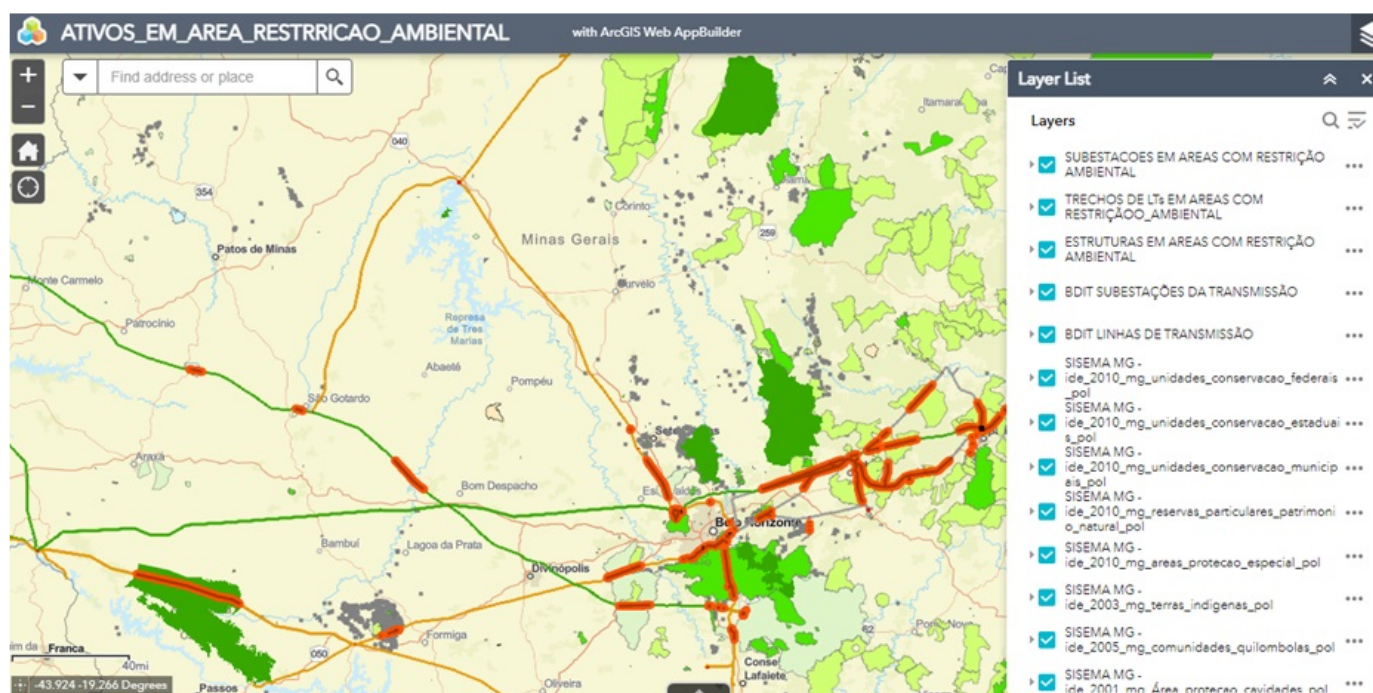


Figura 10 - Item 2a - Reserva florestal ou área de conservação ambiental, obtidas na plataforma APP GEO BDIT.

O registro da mudança feito na busca de informações nos ativos de Transmissão por meio do uso da aplicação APP GEO BDIT, que a Cemig fez, pode ser assim explicitados:

#1: Em poucas horas fizemos uma compilação de interseção geográfica de vários dados de LTs com dados de diversos tipos em páginas oficiais na ferramenta APP GEO BDIT "ArcGIS da ESRI";

#2: Seria praticamente impossível ter feito essa entrega se não tivéssemos essa aplicação APP GEO BDIT suportada com o recurso humano de GIS+inteligência na TI e de LTs da Cemig.

#3: Recomendamos que o investimento em Inteligência Espacial na Transmissão continue e aumente a sua escalada, e que expanda em todos os negócios da Cemig, para melhorar os resultados de engenharia.

1.3. Camada interseção linhas aéreas com a Sudene

A SUDENE no Estado de Minas Gerais passou por Lei Complementar 185/2021 para 249 municípios. Para poder obter isenção de IR nessa região a Cemig GT deve informar os empreendimentos que se situam nessa região. Assim, os mapas das Linhas de Transmissão nessa camada do APP GEO BDIT foi construída conforme mostra a Figura 11.

Vigente até 31/12/2032 foi aprovado pela SUDENE o benefício fiscal de redução de 75% do Imposto de Renda da Cemig GT, conforme Laudo Constitutivo 0283/2023. Segundo estimativa da CR/TB, o benefício representa redução de aproximadamente R\$10 milhões por ano sobre o Imposto de Renda a recolher.

Conforme relato da equipe do Projeto Sudene, a comprovação da materialidade das Linhas de transmissão ocorreu de forma ágil com uso do APP GEO BDIT. Na inviabilidade de uma auditoria de campo ao longo das LTs as imagens georreferenciadas foram cruciais para complementar a documentação contábil e patrimonial dos investimentos nas LTs. A consultoria externa contratada para os trâmites administrativos do pleito de isenção fiscal ficou muito positivamente impressionada com o recurso. Inclusive as demandas de ajuste final do relatório foram para agregar outras possibilidades de imagens GEO.

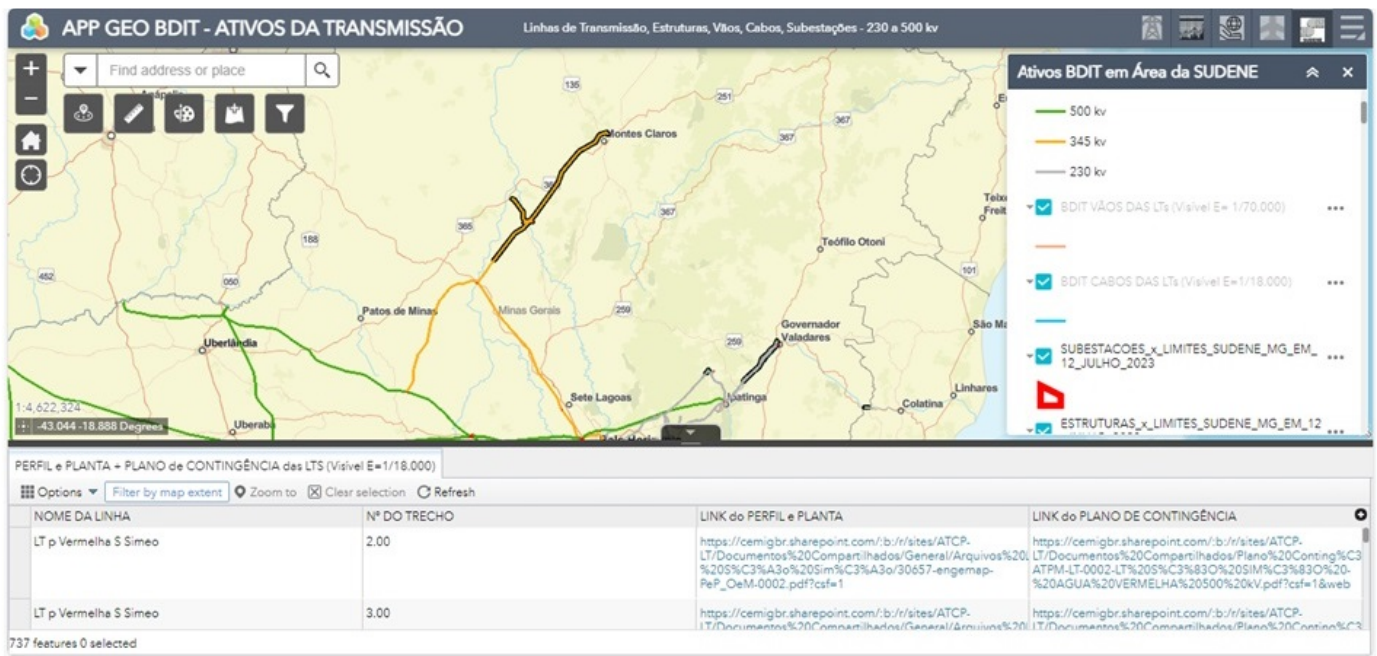


Figura 11 - Mapas das Linhas de Transmissão na camada SUDENE do APP GEO BDIT.

1.4. Camada interseção linhas aéreas com Aerodromos

Entre 2023 e 2024, pela Cemig, iniciou atividade de reuniões e notificações formais por meio de carta registrada, junto aos responsáveis pelos aeródromos que possuem qualquer tipo de interseção com as Linhas Aéreas. Essas notificações não geraram resultados práticos. As superfícies são sólidos imaginários que estabelecem os limites de operação segura dos aeródromos, representados em três dimensões: comprimento, largura e altura, conforme a Figura 12 [1].

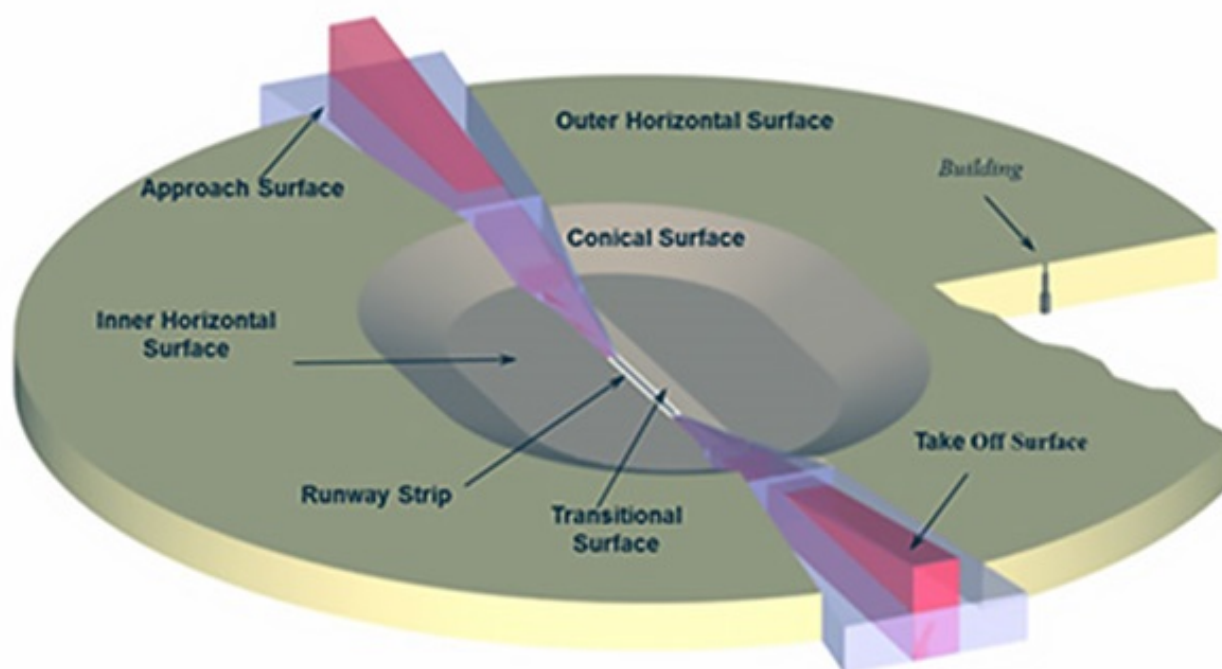


Figura 12 - Vista em três dimensões das superfícies limitadoras de obstáculos de um aeródromo.

Em 2023, em paralelo as atividades de notificação aos aeródromos, por solicitação da Cemig se construiu a visão geográfica das interseções das linhas da Cemig GT com os aeródromos em ambiente GIS, por meio da aplicação APP GEO BDIT conforme mostra a Figura 13.

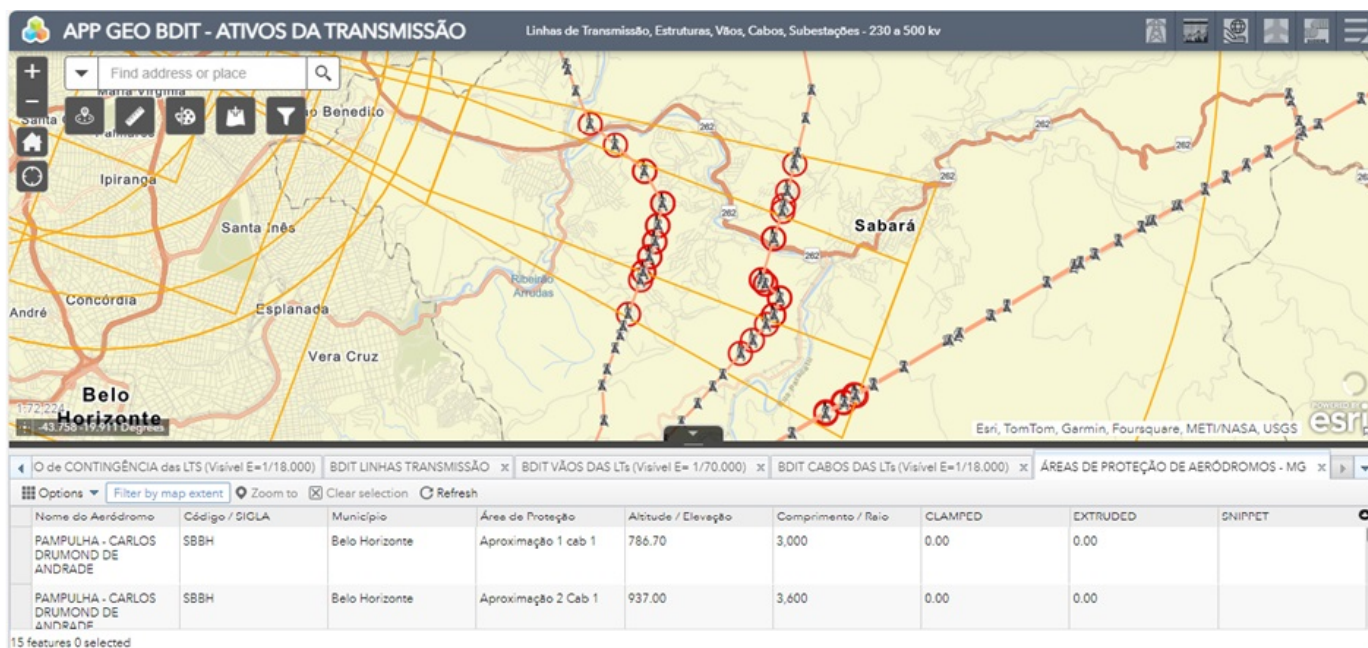


Figura 13 - Visão geográfica das interseções das linhas da Cemig GT com os aeródromos em ambiente GIS, por meio da aplicação APP GEO BDIT (Ex.: Aerodromo Pampulha).

Em 2024, conforme foi recomendado no estudo feito pela Cemig uma cotação de orçamentos de contratação do projeto executivo para estudo de sinalização de Linhas Aéreas em regiões de aeródromo foi elaborada junto ao mercado de fornecedores, e a base dessa camada irá otimizar muito os serviços de definição de escopo e cotação das sinalizações de Linhas Aéreas para a transmissão da Cemig.

1.5. Camada interseção linhas aéreas com Projeto RodoAnel – Belo Horizonte

Conforme ofício nº. bhr-005/2024 - projeto funcional rodoanel metropolitano de belo horizonte e cadastro de interferências, com dados recebidos em arquivo no formato KMZ contendo o polígono da Área Diretamente Afetada - ADA- pelo Projeto do Novo RODOANEL de Belo Horizonte, a equipe fez o tratamento dessas informações, utilizando o software ArcGIS Pro, e a camada foi publicada no APP GEO BDIT.

As informações das Linhas, Vãos, e Estruturas da Distribuição (Abaixo de 230 kV) foram publicadas juntamente com as intercessões com os ativos de Linhas de Transmissão (BDIT). O APP é bastante intuitivo, bastando acionar a Lista de Camadas "ADA RODOANEL X ATIVOS DA TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO CEMIG", conforme mostram as Figuras 14 e 15 e ativar as camadas (pode ser todas de uma única vez). Também é possível exibir a tabela de atributos de cada camada e exportar as informações para CSV.



Figura 14 - ADA RODOANEL X ATIVOS DA TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO CEMIG.

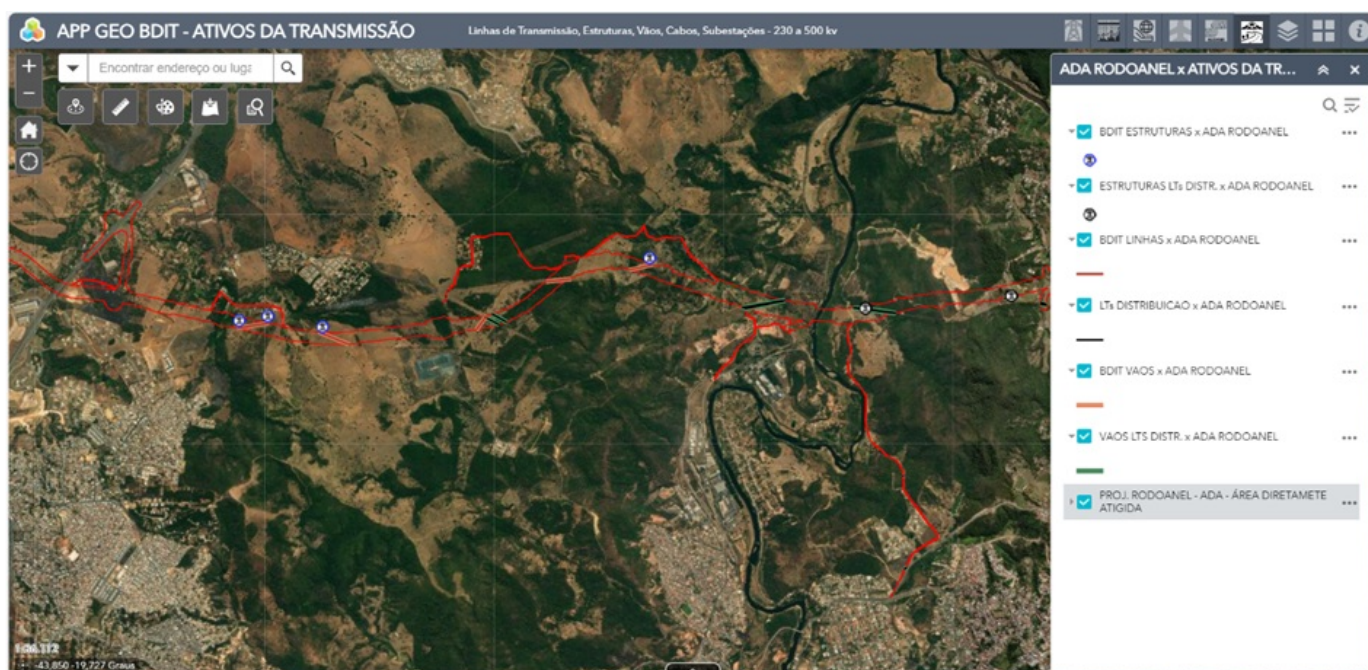


Figura 15 - Formato KMZ contendo o polígono da área diretamente afetada - ADA- pelo Projeto do Novo RODOANEL de Belo Horizonte.

1.6. Camada GEOAI em inspeção digital de faixas de linhas aéreas

Por meio do contrato do sistema ArcGIS da Cemig com empresa Imagem, a equipe de GIS da Cemig teve acesso ao desenvolvimento de aplicações sobre a inteligência artificial residente ao ArcGIS. Esse projeto piloto foi escopo de exploração tecnológica do uso do Image Server da ArcGIS, O teste do GEOAI usou o ArcGIS com o novo serviço do Image Server para importar dados na tecnologia LiDAR, O LiDAR (Light

Detection and Ranging), ou detecção e alcance por luz, é uma tecnologia que utiliza pulsos de laser para medir distâncias, para realizar a inspeção virtual na LT Itabirito - São Gonçalo do Para, 500 kV, como escopo de teste, conforme mostra a Figura 16.

Como engenharia de O&M de Linhas Aéreas da Transmissão exploramos tecnologias e soluções de mercado por meio de projeto piloto de uso reais das tecnologias nos ativos da transmissão da Cemig. Esse projeto piloto do GeoAI foi um exemplo de como a AI pode melhorar nossas análises de O&M em gestão de grandes ativos de transmissão como é o caso da Cemig. Estamos caminhando para a digitação completa dos ativos e dos serviços de transmissão e o GeoAI se encaixa perfeitamente nessa revolução tecnológica em curso que vivemos.

Conseguimos apresentar uma inspeção de Linha Aérea da Cemig usando a nova ferramenta de GeoAI da ESRI. Com certeza essa foi a contribuição mais relevante em AI que notamos junto as ferramentas nativas de mercado até então. Esse primeiro resultado é motivacional para as equipes Cemig envolvidas nos projetos pilotos. Usamos os ativos de Linhas Aéreas por ser de grande foco de interesse da Cemig, mas o estudo que foi feito para LTs pode ser replicado para Redes, Usinas, Reservatórios, etc. e qualquer outra empresa com grandes ativos (redes de gás, rodovias, agricultura, etc.).

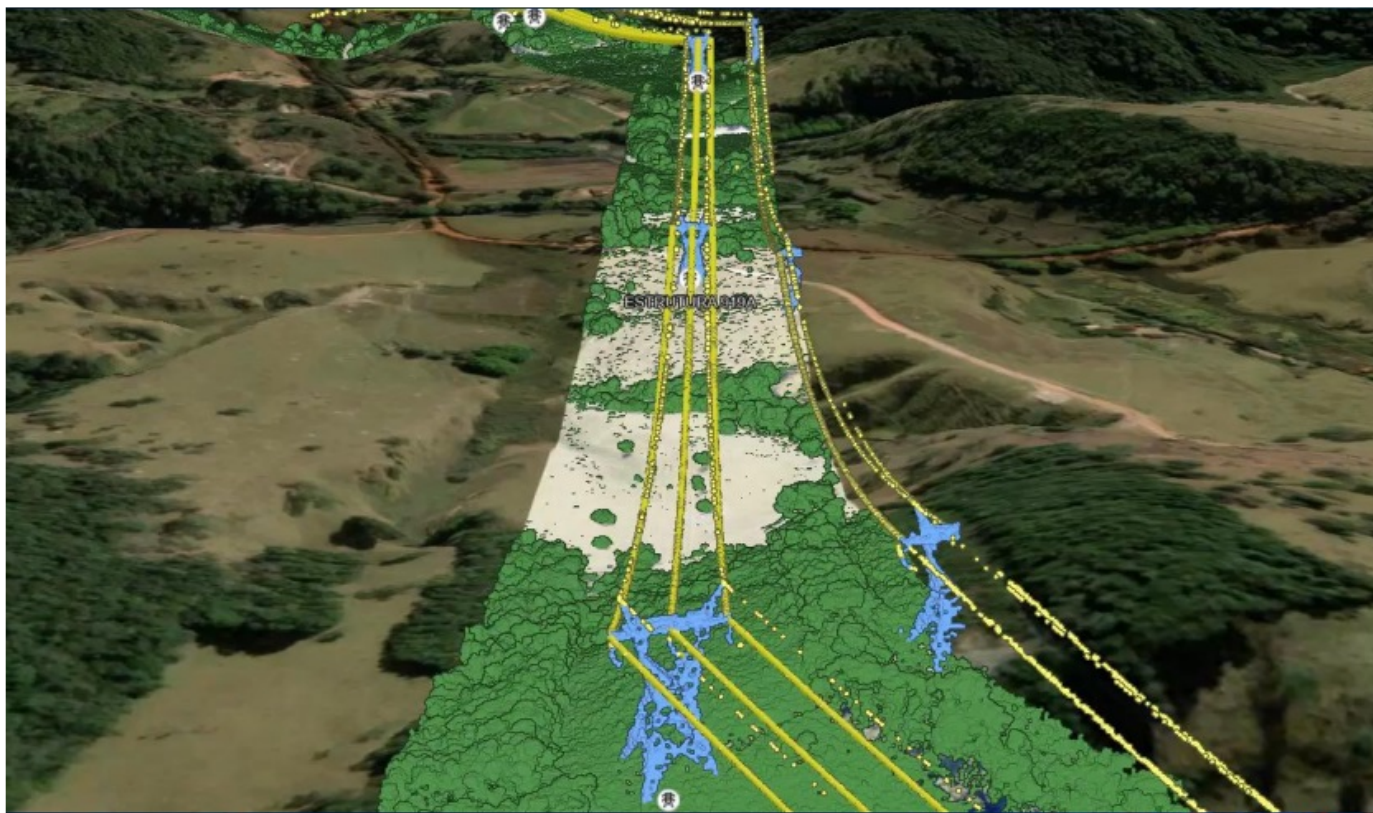


Figura 16 – Projeto piloto foi apresentado no evento nacional da EUESRI2024,

3. Conclusão

Destaca-se o engajamento das equipes de TI e de engenharia de O&M de LTs na execução do projeto do novo Portal APP GEO BDIT - ATIVOS DA TRANSMISSÃO. O aplicativo foi desenvolvido de forma otimizada na plataforma ArcGIS Portal Enterprise da Cemig, utilizando as ferramentas de publicação disponíveis no contrato com empresa IMAGEM / ESRI. Tecnologia muito moderna e atual utilizada pelas principais empresas em tratamento de dados para inteligência espacial.

Para a gestão de ativos de Linhas Aéreas e de Subestações da Cemig GT, as equipes de engenharia e de campo têm uma nova forma muito otimizada de acessar todas as informações disponibilizadas pelo projeto BDIT, por meio de acessos simples pela rede Cemig ou por qualquer celular de fora da rede Cemig. Assim, as informações são diretamente integradas à base de dados GIS e ao projeto SAS/BDIT como: Codificação SAP das Linhas de Transmissão, Estruturas, Vãos e Subestações, e com imagens de Ortofotos de todos 5000 km de Linhas e 44 Subestações da Cemig GT [2], e o acesso para qualquer empregado da Cemig está disponível no Portal. Esse de fato é o maior ganho da tecnologia na dimensão intangível, onde um novo empregado e um empregado experiente terão a mesma forma de acesso às informações dos ativos.

Essa aplicação se encontra disponível em ambiente produtivo, com acesso aos usuários já cadastrados no ArcGIS Portal Enterprise. O uso das informações segue a mesma política de TI e de privacidade de base de dados da Cemig. A nova forma de armazenamento e acesso as informações de Perfil e Planta de Linhas Aéreas, com dados de O&M, em uma plataforma GIS-BDIT é uma inovação que Cemig GT poderá experimentar com ganhos significativos em gestão de ativos.

O APP GEO BDIT auxilia no planejamento de manutenção dos ativos, facilitando a definição de logística da manutenção. Também auxilia na elaboração de relatórios mais precisos para os casos de ocupação irregular de faixa ou mesmo de erosões. Como engenharia de O&M de Linhas Aéreas da Transmissão exploramos tecnologias e soluções de mercado por meio de projeto piloto de uso reais das tecnologias nos ativos da transmissão da Cemig. Esse projeto piloto do GeoAI foi um exemplo de como a AI pode melhorar nossas análises de O&M em gestão de grandes ativos de transmissão como é o caso da Cemig. Estamos caminhando para a digitação completa dos ativos e dos serviços de transmissão e o GeoAI se encaixa perfeitamente nessa revolução tecnológica em curso que vivemos.

1. Próximas etapas para evolução do Portal APP GEO BDIT

A Cemig tem diversas demandas pela digitalização dos seus processos de engenharia de O&M, bem como todos os processos de Transmissão. O uso da base de dados com inteligência espacial é uma forma moderna de trabalhar em engenharia. Assim, estima-se o uso com maior frequência de atualização dos dados georreferenciados dos ativos, capturados em campo, pode aumentar a frequência de aquisição e aumentar a varredura das Linhas Aéreas em operação. A Cemig tem uma varredura Laser das faixas de LTs capturada em 2021, com milhares de pontos por segundo, que geram nuvens de pontos que descrevem a forma terrestre, do relevo e dos condutores aéreas das Linhas. O consumo e uso dessas informações pelo Portal APP GEO DBIT será uma importante evolução da ferramenta a ser especificada e desenvolvida futuramente, conforme o projeto piloto demonstrou na LT Itabirito - São Gonçalo do Para, 500 kV.

4. Referências bibliográficas

[1] Estudo de interferência com aeródromos - Portarias autorizativas dos aeródromos e os polígonos KMZ das PBZPA, obtidos do site do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo).

[2] Grupo de estudo de aspectos empresariais - GAE AÇÕES DA CEMIG GT PARA A IMPLANTAÇÃO DA BASE DE DADOS DAS INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO – BDIT - ALEXSANDRO TEIXEIRA GOMES;SILVIO ANTÔNIO NUNES(1);FABIANA DANIELLE ALVES OLIVEIRA; ERICK HENRIQUE CORREA(2);MIKE DORNAS OLIVEIRA(2);MARCUS VINÍCIUS CARVALHO E FERREIRA;DIEGO SIMÕES XAVIER;CARLOS ALEXANDRE MEIRELES DO NASCIMENTO;JOSÉ PEDRO DA COSTA;ALEXANDER GONÇALVES DA SILVA; LUCAS BOTELHO DA CRUZ