



Tecnologia e Precisão: Uso de Drones no Comissionamento de Obras de Redes de Distribuição

Tema: Redes de Distribuição

Autores: Diego Viglioni dos Santos

Co-Autores: -

Empresa: CEMIG Distribuição S.A

Resumo

A fiscalização e o comissionamento de redes de distribuição de energia elétrica são etapas críticas para garantir a conformidade das instalações com normas técnicas e projetos previamente elaborados. Este artigo apresenta a utilização de drones, especificamente o DJI Mavic Enterprise 3, em conjunto com a estação de precisão DJI DRTK 2, como ferramenta para agilizar e aprimorar esses processos. Com o uso dessas tecnologias, é possível que apenas um operador verifique aspectos como a altura dos postes, a montagem correta das estruturas e a localização georreferenciada dos componentes da rede. As imagens capturadas são analisadas no software QGIS, utilizando mapas base de referência para comparativos com os projetos elaborados. Este trabalho detalha as etapas do processo, as vantagens e os desafios encontrados, bem como os resultados obtidos em aplicações práticas.

1. Introdução

As redes de distribuição de energia elétrica desempenham um papel crucial na infraestrutura energética, conectando fontes de geração aos consumidores finais. Em Minas Gerais, um estado com grande extensão territorial, relevo montanhoso e a necessidade de levar redes de energia elétrica a localidades rurais, garantir que essas redes sejam construídas em conformidade com normas técnicas e projetos predefinidos é essencial para assegurar a segurança, a confiabilidade e a eficiência do sistema. Essas redes são construídas por empresas parceiras da CEMIG Distribuição S.A., e devido ao grande volume de obras executadas simultaneamente, o acompanhamento presencial das equipes no momento da construção nem sempre é viável ou possível. Tradicionalmente, a fiscalização e o comissionamento dessas obras eram realizados poste a poste, demandando que equipes percorressem toda a extensão da rede, o que frequentemente implicava em altos custos, maior tempo de execução e riscos adicionais para os técnicos comissionadores. A CEMIG Distribuição, uma das maiores concessionárias de energia elétrica do Brasil, atende mais de 9 milhões de clientes e possui mais de 450 milhões de quilômetros de redes de distribuição de média tensão. Combinada com as características do relevo mineiro e o grande volume de obras, o desafio de acompanhar a construção e manutenção destas redes é grande. Nos últimos anos, o avanço das tecnologias de drones abriu novas possibilidades para aplicações no setor elétrico. Com eles é possível realizar o trabalho em campo sem a necessidade de percorrer toda a extensão da rede a pé, já que as imagens capturadas permitem uma análise detalhada das condições das estruturas. Este artigo explora o uso do drone DJI Mavic

Enterprise 3, associado à estação de precisão DJI DRTK 2, no processo de fiscalização e comissionamento de redes de distribuição de média tensão, destacando as etapas envolvidas, os benefícios e os desafios enfrentados.



Figura 01 - Foto rede de distribuição rural

Fonte: do autor

2. Desenvolvimento

A CEMIG, sendo responsável por uma vasta malha de redes de distribuição, enfrenta desafios significativos em termos de logística e cobertura geográfica, o que demandou a busca por soluções tecnológicas capazes de atender às demandas regulatórias e operacionais com eficiência. Esta foi a motivação para a busca por novos métodos e ferramentas para otimizar o processo de fiscalização e comissionamento das obras e manutenções realizadas nas redes de distribuição, sem abrir mão da qualidade, segurança e precisão. Motivado por uma solicitação do cliente, ou como resultado de estudos de planejamento do sistema elétrico, são definidas obras nas redes de distribuição de média tensão, seja de extensão, recondutoramento ou reforma, com objetivo de garantir a performance do sistema. Dado essa premissa inicial, é realizado um levantamento de informações em campo, elaboração de projeto executivo, e realização das obras. Após esta etapa que um processo importante acontece: o comissionamento.

No processo atual, o técnico responsável recebia o projeto, com as informações da execução, e percorria toda a extensão da obra realizada, verificando poste a poste. É avaliado principalmente se a montagem das estruturas foi realizada corretamente, se os postes estão alinhados e com a profundidade de engastamento conforme projeto e se os vão de rede obedecem a altura cabo solo determinada pela norma ANBT 14039. Tudo isso feito com equipamentos simples, como trena, prumo de centro e medidor ultrassônico de altura de cabos.



Figura 02 - Técnico comissionador

Fonte: do autor

No ano de 2025, a CEMIG realizou cerca de 25 mil obras no sistema elétrico de distribuição. Com esse volume e várias empresas diferentes responsáveis pela construção, se fazia necessário atualizar o procedimento de comissionamento, para que fosse possível aumentar a quantidade de comissionamentos realizados.

Avaliando a tarefa em si, percebemos que grande parte do tempo gasto pelo comissionador era relativo ao deslocamento por toda extensão da rede, a utilização de ferramentas manuais de medição, e as anotações realizadas ainda em campo, para subsidiar o relatório a ser emitido posteriormente. E como a CEMIG já utiliza drones para outras atividades, decidimos testar esse equipamento também para esta atividade.



Figura 03 - Medição manual de altura de engastamento de postes

Fonte: do autor

A escolha do drone DJI Mavic Enterprise 3 foi baseada em sua grande capacidade de zoom (até 56x), portabilidade, boa autonomia de voo e ótimo custo-benefício. Visando também melhorar o nosso sistema de cadastro georreferenciado das redes, optou-se por incluir a estação móvel GNSS de alta precisão DJI DRTK 2, minimizando erros posicionalmente críticos para o cadastro da rede no sistema GIS da companhia.

Figura 04 - Drone Mavic 3E e estação DRTK 2

Além da posição geográfica correta das fotos, é necessário realizar medições de altura de cabos e postes, para garantir os afastamentos mínimos definidos na norma de distribuição. Para ter certeza que o equipamento teria a precisão requerida, foi realizado um teste, efetuando a medição de uma régua de topografia, sendo esperado que na tela do controle, através do aplicativo DJI Pilot, seria possível saber a altura do drone, e por consequência a altura do centro da foto tirada.



Figura 05 - Tela do controlador de voo

Fonte: do autor

Posicionando o centro da foto na placa de identificação do poste, que por especificação técnica sempre esta a 4 metros da base do poste, com a câmera fixada de forma perpendicular ao alvo, é possível determinar a profundidade do engastamento (E) do poste pela equação (1):

$$E = 4 - H_d \quad (1)$$

Onde: E = profundidade do engastamento, em metros

H_d = altura do drone em relação ao solo, em metros

Equação 01

Com a validação do equipamento concluída, partimos para um teste em condições reais. Recentemente uma rede foi construída para atender uma mineradora localizada na região de Brumadinho, Minas Gerais. Essa rede parte da subestação de energia Jangada, situada no distrito de Casa Branca, e desce pela serra em meio à mata, sendo direcionada à mineradora. Devido à estrada de acesso ser sinuosa, arborizada e com fluxo constante de veículos (figura 06), a construção da rede ao longo do trajeto rodoviário não foi viável, levando à sua implantação em uma faixa de servidão dentro da mata. Era necessário substituir a rede existente, aumentando sua capacidade de carga, para possibilitar o aumento de demanda contratada solicitado pelo cliente.



Figura 06 - Estrada de acesso próxima

Fonte: do autor

Foram organizadas rotas de voo para inspecionar cada trecho da rede, registrando imagens e vídeos que serviram como base para análise e durante as inspeções. Foi planejado verificar altura e alinhamento dos postes, montagem correta das estruturas, tamanho dos vãos, posicionamento conforme projeto, além de obter as coordenadas geográficas da rede, em conformidade com as diretrizes do Banco de Dados Georreferenciados da Distribuidora.

O drone possui alcance grande, estabilizado pela estação DRTK 2. E mesmo com as interferências de vegetação no local, foi possível avaliar até 2km de rede sem trocar de local, representando um ganho grande de produtividade, e eliminando o deslocamento a pé.

Foi possível avaliar a profundidade do engastamento e a altura cabo solo conforme os testes iniciais realizados. E como o drone possui excelente estabilização de voo e imagem, utilizando as linhas de grade da câmera também pode ser verificado o alinhamento dos postes, conforme pode ser visto na figura 07.



Figura 07 - Verificando alinhamento do poste com a linha de grade da câmera

Fonte: do autor

Para este teste, foi possível realizar, em aproximadamente 6 horas de trabalho, a inspeção de 5,5km de rede de distribuição. Notório o ganho de produtividade, pois uma atividade como esta no procedimento antigo, considerando os tempos de deslocamento, medições e registro das informações complementares, historicamente é realizada pela mesma equipe em 2 dias de trabalho.

Terminada a etapa de campo, as fotos foram carregadas no QGIS, e posicionadas automaticamente no local onde foram retiradas pelo plugin ImportPhotos, e considerando o mapa de referencia do Google Earth disponível gratuitamente pelo plugin QuickMapServices. Na figura 08 temos uma tela do software, mostrando todo o caminho mapeado pelo Drone. Importante destacar que toda esta área foi alcançada mudando o local do operador e base apenas um vez, ou seja, o tempo de montagem do equipamento, configuração e sincronização da base GNSS foi mínimo se comparado ao tempo de trabalho efetivo.



Figura 08 - Mapa de fotos gerado pelo levantamento

Fonte: do autor

Outra facilidade do método é a de obtenção dos dados detalhados e salvos diretamente nas fotos. O plugin possibilita abertura das fotos com um clique, diretamente no QGIS, facilitando referenciar as fotos e os equipamentos constantes nela, com sua posição no projeto executivo. Além do mais também é possível conferir numeração operativa de equipamentos e placas de características dos materiais, vistos nas figuras 09 e 10.

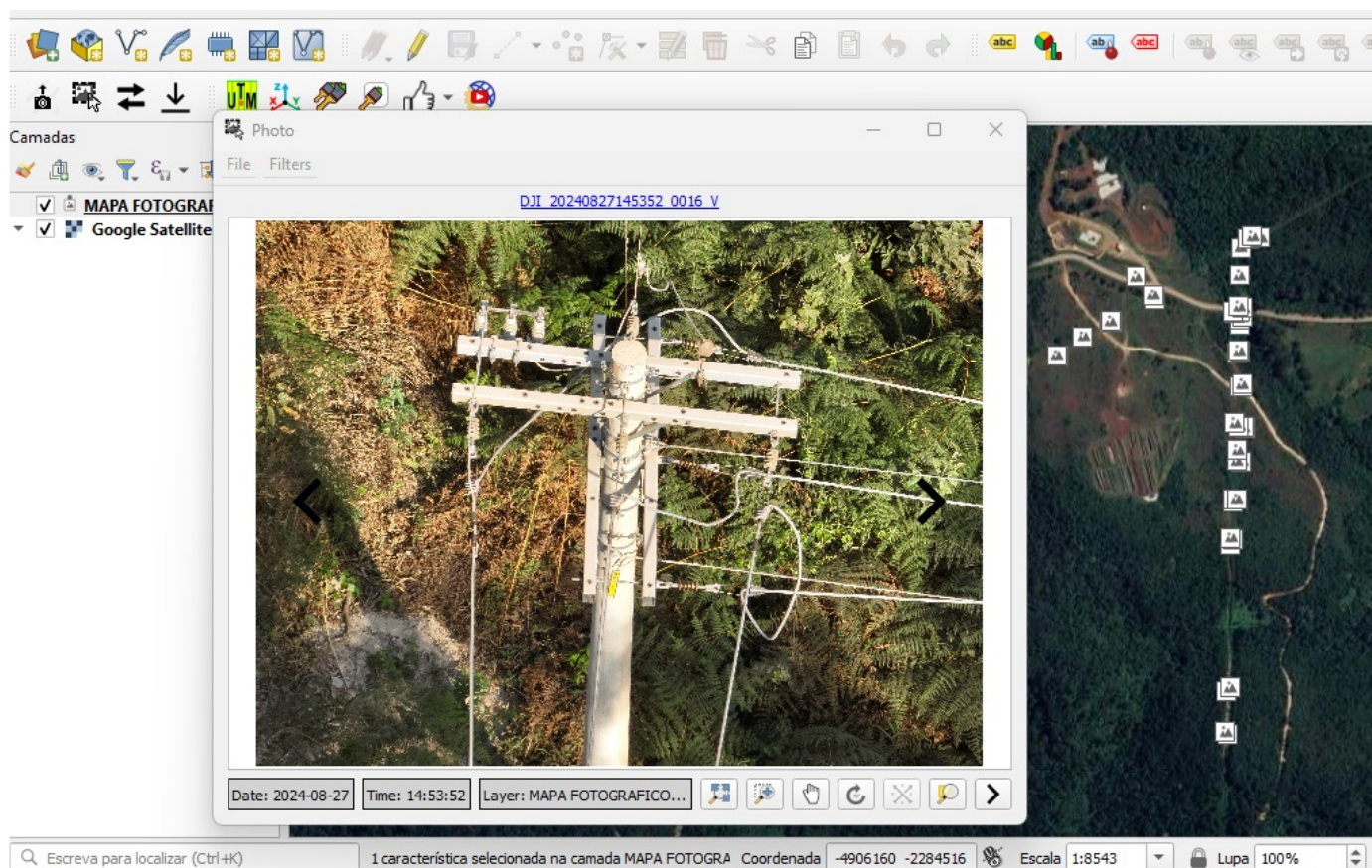


Figura 09 - Visualização da foto no QGIS

Fonte: do autor



Figura 10 - Identificação de numeração operativa a distância

Fonte: do autor

As imagens capturadas durante a inspeção servem como registro detalhado do processo e são utilizadas para a geração de relatórios técnicos. Esses relatórios documentam as inconformidades encontradas e orientam as correções necessárias, que são encaminhadas para a empresa responsável pela construção da rede. A análise da conformidade com as normas técnicas é feita pelo técnico diretamente durante a inspeção, e com base nos dados coletados pelo drone e sua integração no QGIS, é possível levar todas as informações necessárias para elaboração do relatório, sem a necessidade de realizar nenhuma anotação em campo.

3. Conclusão

A utilização de drones, como o DJI Mavic Enterprise 3, em conjunto com a estação de precisão DJI DRTK 2, demonstrou ser uma solução eficiente no processo de fiscalização e comissionamento de obras de redes de distribuição de energia elétrica. O estudo de caso evidenciou que a adoção dessas tecnologias reduz significativamente o tempo de inspeção em campo, aumentar a produtividade e melhorar a precisão das análises realizadas.

Além disso, a integração com o software QGIS permitiu uma análise detalhada e georreferenciada dos dados capturados, proporcionando maior confiabilidade e agilidade na elaboração de relatórios técnicos. Essa abordagem não apenas reduz custos operacionais, mas também mitiga riscos relacionados ao deslocamento em áreas de difícil acesso, contribuindo para a segurança dos técnicos e para a eficiência do processo como um todo.

Com o sucesso do teste prático, a atividade foi estabelecida na empresa, e já está sendo aplicada no comissionamento das obras desta região. Continuamos coletando dados, aumentando a amostra, para medir os ganhos financeiros obtidos com esta otimização. É só o começo de um trabalho de transformação da forma de cuidar da expansão das redes de distribuição, pois a ferramenta traz várias possibilidades, como geração de modelos tridimensionais de estruturas mais complexas, e automação de voo baseado em rotas automáticas geradas a partir do projeto.

Os resultados obtidos confirmam que a aplicação de drones no setor elétrico é uma alternativa viável e vantajosa para atender às crescentes demandas do setor, especialmente em cenários desafiadores, como o de Minas Gerais, sendo que a combinação de tecnologias avançadas com metodologias modernas de trabalho abre novas perspectivas para a fiscalização e manutenção de redes de distribuição, destacando-se como uma importante contribuição para o desenvolvimento do setor energético.

4. Referências bibliográficas

DJI. Mavic 3 Enterprise Series - Overview. Disponível em: <https://www.dji.com>. Acesso em: janeiro de 2025.

DJI. DRTK 2 Mobile Station - Features. Disponível em: <https://www.dji.com>. Acesso em: janeiro de 2025.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: janeiro de 2025.

Cemig. ND-2.2 Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais, 2016.

ANEEL. Procedimentos para Base de Dados Geográfica da Distribuição. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2025.

QGIS Plugin Repository. ImportPhotos Plugin. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/ImportPhotos>. Acesso em: janeiro de 2025.

QGIS Plugin Repository. QuickMapServices Plugin. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/QuickMapServices>. Acesso em: janeiro de 2025.