

UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA MAPEAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICO**USE OF DRONES FOR MAPPING PHOTOVOLTAIC SYSTEM INSTALLATIONS**Gabriel Moura Peixoto Lopes Pinto¹Junio César dos Santos Carmo²*Recebido em: 06.06.2023**Aprovado em: 12.07.2023*

Resumo: Esta pesquisa foi elaborada a partir de uma abordagem qualitativa, de revisão de literatura onde buscou-se artigos acerca da utilização e de sua correlação com a otimização do processo de mapeamento, bem como o uso das células fotovoltaicas como meio de potencializar a capacidade de voo do drones. Sendo abordados aspectos históricos bem como conceituais de sua utilização tendo em vista que discutir sobre o tema possui extrema relevância como potencialização do uso desta tecnologia. Uma vez que possui precisão das imagens captadas, possibilidade de uma redução significativa nos erros nas medições, na redução de custos com o processo e com mão de obra. Tal pesquisa possibilitou concluir que essa tecnologia pode, portanto, ser usado de forma eficaz em inúmeros cenários, desde a medição inicial de novos projetos até inspeções de rotina e solução de problemas, o que certamente é importante em aplicações no segmento fotovoltaico, pois pode prevenir acidentes fatais durante inspeções manuais em locais altos e de difícil acesso.

Palavras-chave: VANT; Drone e mapeamento; Drone e otimização de tempo.; Drone para Células fotovoltaicas.

¹ Discente do Curso de Engenharia de Agrimensura, da Instituição Famig

² Revisor. Mestre em Engenharia e Gestão de Processos e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC - MG), com cursos isolados no programa de pós-graduação stricto sensu em Cartografia e Modelagem Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós-graduado em MBA em Gestão de Pessoas pela Faculdade Pitágoras em 2018. Graduado em Engenharia de Agrimensura pela Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG) em 2015.

Abstract: This research was elaborated from a qualitative approach, of literature review where we searched for articles about the use and its correlation with the optimization of the mapping process, as well as the use of photovoltaic cells as a means of enhancing flight capacity from drones. Historical as well as conceptual aspects of its use are addressed, considering that discussing the subject is extremely relevant as an enhancement of the use of this technology. Since it has the precision of the captured images, the possibility of a significant reduction in errors in measurements, in the reduction of costs with the process and with labor. Such research made it possible to conclude that this technology can therefore be used effectively in numerous scenarios, from the initial measurement of new projects to routine inspections and troubleshooting, which is certainly important in applications in the photovoltaic segment, as it can prevent fatal accidents during manual inspections in high and difficult to reach places.

Keywords: UAV; Drone and mapping; Drone and time optimization; Drone for photovoltaic cells.

1 INTRODUÇÃO

Que os drones é uma evolução tecnológica com distintas utilizações é inegável, porém Rezende (2018) assemelha seu desenvolvimento científico com a internet, uma vez que ele ressalta a finalidade inicial da criação dos drones para fins militar, sendo posteriormente aberta ao meio civil para exploração comercial e aprimoramento tecnológico. Tal fator culminou em um interesse de diversos setores, público e privado, gerando um grande impacto e fomento em suas distintas utilizações e setores da sociedade.

Por isso este trabalho explicitará a utilização do drone correlacionando com a otimização do processo de mapeamento e redução da lentidão bem como o uso das células fotovoltaicas como meio de potencializar a capacidade de voo do drones, possibilitando vislumbrar novas possibilidades de trabalho que podem ser utilizadas em praticamente todas as etapas de produção desde o planejamento da instalação até o monitoramento de placas fotovoltaicas em campo.

Quando trabalha com mapeamento com drones entende-se a necessidade de otimização de eficiência de voo, tendo em vista que, é possível fazer a cobertura de grandes áreas e otimizar o tempo e precisão dos mapeamentos. Além do que levando em consideração os riscos ocupacionais evidencia-se que não faz mais sentido correr riscos quando se tem ferramentas que os eliminem. Haja visto que são comuns acidentes de trabalho em altura ou prejuízos financeiros, uma vez que todo projeto de um sistema fotovoltaico requer algumas análises prévias. Sendo assim questiona qual a importância da utilização de veículos não tripulados e do aumento de sua capacidade e autonomia com a utilização de células fotovoltaicas bem como as vantagens de utilizar os drones para projetos fotovoltaicos.

Para isso foi adotada uma revisão bibliográfica com intuito de buscar dados confiáveis e pesquisas comprobatórias, visando assim à confiabilidade e segurança do conteúdo deste trabalho, optou-se por tal método, tendo em vista a necessidade em oferecer uma ferramenta que possibilite otimização no processo de mapeamento de área com o uso de uma fonte limpa, renovável e econômica que a partir da utilização de drones pode torná-los mais precisos e escaláveis, além de reduzir a lentidão do mapeamento de área.

Tendo em vista que a partir da precisão das imagens captadas por drones há possibilidade de uma redução significativa nos erros nas medições, na redução de custos com o processo e com mão de obra, bem como conferem vantagens como agilidade nos projetos, além de minimizar os riscos de colocar os profissionais para trabalhar em alturas, explicita-se a importância deste tipo de estudo para fundamentar a utilizações destas tecnologias e embasar os estudos posteriores. Questiona-se qual a importância da utilização de drones para redução da lentidão no mapeamento de áreas e na instalação de sistemas fotovoltaico, bem como na otimização do processo de segurança e mitigação de risco ocupacional?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil é um país que possui alguns dos melhores recursos solares do planeta e, por isso, vem assumindo uma posição cada vez mais destacada no desenvolvimento e uso da tecnologia fotovoltaica. Ocupando, segundo cálculo da ABSOLAR, com base em dados da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), o 16º lugar no mundo em recursos solares fotovoltaicos, deste modo os fatores naturais acabam por favorecer tecnologias renováveis, bem como potencializar a chance de lucratividade, haja visto a não escassez destes meios.

Sendo que Miranda (2022) cita o uso da energia solar como uma fonte limpa, renovável e econômica, ressaltando como um dos principais fatores a redução da conta de luz em até 95%, sendo as vantagens ainda mais explícitas com um artigo publicado na revista Foto Volt pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, onde indica que o país atingiu a marca histórica de 200.000 conexões solares fotovoltaicas distribuídas no primeiro trimestre de 2020, o que torna esse crescimento como um potencial lucrativo palpável e que deve ser visto pelas empresas como uma forma de otimização dos processos que utilizem os VANT's em seus projetos.

Vaz (2021) define a energia renovável como aquela que oferece a possibilidade do desenvolvimento sustentável, através do desenvolvimento econômico, a equidade social e a proteção ambiental, o que evidencia a utilização de projetos mais sustentáveis e que estejam associados ao aumento de potencial e qualidade, bem como a redução de acidentes. Sendo assim entende-se que é um fato que as tecnologias são grandes aliadas a fatores ambientais haja visto que a utilização

correta caba por dar uma alternativa de preservar os recursos não renováveis, além de utilizar meios menos poluentes.

A utilização dos drones na energia solar pode estar associado a setores como mapeamento e processamento de imagens com a captura de dados visuais para a criação de um mapa com medidas mais precisas, além disso Bedin (2019) ressaltou que a popularização dos métodos que utilizam energia solar culminaram em um aumento nos investimentos em usinas fotovoltaicas, sendo fator primordial para potencialização dos esforços e recursos dedicados a Operação E Manutenção (O&M) destas instalações, bem como para tornar o processo mais acessível, haja visto que com o a expansão comumente aumenta a possibilidade de concorrência para as empresas.

De acordo com a Associação Brasileira Solar Fotovoltaica, somente nos primeiros 6 meses de 2020, a energia solar fotovoltaica foi responsável pela geração de mais de 41.000 empregos para os brasileiros, evidenciam ainda que na microgeração e na minigeração distribuída, a potência instalada da fonte solar é de 2,3 gigawatts, o que representa 99,8% de todos os sistemas da modalidade. Sendo que desde 2012, já foram investidos mais de R\$ 11,9 bilhões de forma privada espalhados pelas cinco regiões do país, fato que aproveita a geografia e riqueza natural que possibilita a utilização em todo território, haja visto que possui os recursos naturais para tal fato.

A utilização dos drones se destacam por sua versatilidade, haja vista que possuem inúmeras utilizações, além de serem projetados para resistir a ambientes hostis e trabalhos difíceis. Os drones no segmento fotovoltaico são igualmente importantes e facilitam muito o mapeamento de edifícios e outras tarefas que otimizam a conclusão do projeto.

Sua assistência proporciona muito mais agilidade e precisão, pois as transferências de imagens em alta resolução e em tempo real são ideais para o desenvolvimento de projetos e inspeções de painéis solares. Além disso, a visualização de fotos e vídeos pode ser compartilhada simultaneamente entre técnicos, gerentes e outras pessoas envolvidas em projetos fotovoltaicos.

Deste modo a abordagem e aprofundamento no tema são primordiais para evidenciar os benefícios do uso desta tecnologia, uma vez que é fato que a tecnologia é um

grande aliado da energia solar e que um projeto de energia com o mapeamento com drones e processamento de imagens apesar de seguir as mesmas etapas dos projetos tradicionais, possui otimizações relevantes no que diz respeito a otimização de trabalho e da equipe de instalação, pois o drone mapeia toda a área de interesse do projeto, capturando os dados visuais para a criação de um mapa acurado e com medidas que correspondem às medidas reais, o que garante mitigação de erros e desvantagens que essa metodologia manuais trazem para o projeto, além das taxas de retrabalho, as medidas imprecisas, e o alto risco de ocorrerem acidentes na obra.

2.1 Célula fotovoltaica para potencializar autonomia e aumentar tempo de voo dos drones

A necessidade de energias renováveis e de alternativas para potencialização da capacidade de funcionamento de algumas tecnologias colocaram as células fotovoltaica em destaque como alternativa renovável.

Deste modo Peroza (2015) refere-se a energia solar fotovoltaica como sendo uma alternativa promissora no que se refere ao uso de energias renováveis no mundo que tem como vantagem o fato de ser bem difundida e conhecida, de modo a proporcionar confiabilidade, bem como permitir além de possibilidade de geração descentralizada, que permite a instalação do gerador junto à carga, incluindo o fato de não ser prejudicial ao meio ambiente.

Tendo em vista os fatores climáticos do Brasil Peroza (2015) ainda ressalta o imenso potencial da utilização de energia solar, uma vez que em todo o território há disponibilidade de irradiação solar equivalente ou melhor que nos países do Sul da Europa superando, por exemplo, a Alemanha, país com capacidade instalada significativa de sistemas de geração fotovoltaica, porém ainda evidencia a baixa utilização e exploração desta fonte de energia.

Rocha e Assunção (2020) ainda destaca esse potencial através da média de incidência solar onde afirma que diariamente incidem entre 4.444 a 5.483 watt-hora por metro quadrado (Wh/m^2) no país, fator que torna a geração fotovoltaica um mercado atrativo. Eles ainda definem a energia solar fotovoltaica como a que é gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade, a partir de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico.

A Revista Rural (2021) destacou aumentos de iniciativas no Brasil relacionadas ao desenvolvimento de drones, inclusive no setor agro que são utilizados em diversas atividades desde monitoramento remoto até aplicações de defensivos ou fertilizantes nas lavouras. Ainda destacou um equipamento híbrido, com a utilização de placas fotovoltaicas para captação da luz solar e de células de hidrogênio para alteração do nível de propulsão, desenvolvido no Estados Unidos com uma autonomia para voar por 24 horas seguidas.

2.2 Utilização de drones para mapeamento

Barros (2019) classifica os Drones como sendo aeronaves remotamente pilotadas, que podem ser classificados segundo sua forma de sustentação no ar, mas que, em geral, tem autonomia como um fator limitante importante em seu tempo de voo, adotando nos casos mais corriqueiros baterias como fonte de energia, tornando os voos mais curtos, o que torna ainda mais atrativo a utilização das células fotovoltaicas como ponto de otimização e autonomia do tempo de voo, de modo a proporcionar maior potencial a trabalhos de mapeamento de área.

Quando se fala em mapeamento de áreas a necessidade de precisão, a redução do tempo de execução bem como a maior segurança ao trabalhador que não precisará arriscar em áreas de risco ou altura, faz com que a utilização de veículos aéreo não tripulados (VANT), seja uma otimização desse processo e potencialize os ganhos do setor a partir da agilidade do serviço.

Além disso Mappa (2022) ainda ressalta a maior precisão de medição a partir das imagens capturadas pelo drone, onde são georreferenciadas correspondentes com realidade, e possibilitam redução de 98% nas chances de erro nas medições, podendo ainda associar outros dados como calcular áreas e coletar coordenadas sem sair do conforto e segurança do escritório.

Realizar mapeamento aéreo com drones facilita o processo e garante maior segurança e confiabilidade, utilizando apenas um equipamento que deve ser escolhido de forma adequada e ser guiado por alguém qualificado para otimização de seu voo.

Principalmente quando se tratam de projetos residenciais e comerciais, com apenas um operador é possível coletar imagens de toda a área em poucos minutos. Sendo

assim este projeto ressaltará a importância de estudar a fundo o assunto bem como as mudanças que podem ser acarretadas por essa utilização.

Com o uso de drones em projetos fotovoltaicos é possível torná-los mais precisos em até 98%. Sendo um dos questionamentos das possibilidades de obter esse lucro, através de dados precisos de ortomosaicos e modelos 3D. Uma vez que em um mercado cada dia mais competitivo, as tecnologias que focam na otimização e agilidade de processos acabam por se tornarem mais competitivas, por isso as empresas de energia solar que ainda não utilizam os drones nos seus projetos podem estar em desvantagem.

3 A UTILIZAÇÃO DE DRONES E A POTENCIALIZAÇÃO DA SEGURANÇA DO PROCESSO DE MEDIÇÃO EM MEDIÇÃO DE ÁREA

De acordo com Gonçalves (2020) a utilização dos drones possibilita realizar em três horas a medição de volumes que manualmente levaria três semanas, explicitando ainda uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa que possibilita voos para a coleta de dados em grandes extensões, a partir de combinações de imagens aéreas sequenciais, obtendo modelos 3D de alta precisão, com maior rapidez e baixo custo, para diferentes finalidades.

Gonçalves (2020) ainda cita um pesquisador da Embrapa do Acre Evandro Orfanó, que explicita que as geotecnologias possibilitaram a realização de tarefas que não eram realizadas em função das dificuldades de acesso ou por serem excessivamente demoradas e onerosas, além disso ainda vale ressaltar que a utilização desta tecnologia reduz significativamente a chance de ocorrência de acidentes de trabalho, uma vez que não necessita do operador em campo ou áreas que a ele pode ocasionar o risco.

Figueiredo (2019) explicita a redução de riscos em mão de obra do trabalho uma vez que em verificação de medição em altura, a não utilização de drones, culminaria na necessidade de envio de funcionários até o local, na montagem de andaimes, aprovação do setor responsável pela segurança, além de verificar e garantir o uso de EPIs de forma correta para mitigação de risco de acidente em altura.

Ressaltando que com a utilização do equipamento, o procedimento se resumiria em levantar voo e fazer a inspeção, o que excluiria a necessidade de exposição do

profissional de manutenção a riscos desnecessários, em contrapartida explícita a necessidade de qualificação dos profissionais para que possam manter-se no mercado de trabalho.

Figueiredo (2019) ainda ressaltou que essa tecnologia além da prevenção de acidentes, otimiza a produtividade das equipes, reduzindo significativamente o tempo de execução de atividades, eliminando uma série de ações e processos que se tornam desnecessários e limitam a potencialização de lucro da empresa devido ao tempo gasto em sua execução.

3.1 Vantagens e desvantagens da utilização do drone enquanto ferramenta na instalação de energia solar

Tendo o drone como tecnologia de inovação em medições e monitoramento percebe-se que o levantamento de dados e medidas de maneira manual, potencializam as chances de ocorrer alguns erros, o que culmina em aumento da taxa de retrabalho bem como imprecisão das medições, gerando outros problemas de cálculos e instalações entre outros problemas de projeções.

Quando o uso deste equipamento é voltado para projetos de energia solar, após o voo e o processamento de imagens, cria-se um mapa georreferenciado, ou seja, cada pedaço da imagem que aparece na tela é o mesmo do tamanho real que possibilita produzir medidas em diversos formatos, bem como aumenta a precisão e reduz custos.

De acordo com a empresa Elgin (2022) em 2020, o uso de energia solar cresceu cerca de 20% no Brasil, com o país liderando a implementação e o uso de placas solares na América Latina, porém ressaltam ainda a dificuldade de encontrar tecnologias que auxiliem na implementação de novos projetos, o que fez com que o uso de drones chamasse a atenção devido a sua versatilidade.

Elgin (2022) destacou como o principal papel de desempenho a utilização deste equipamento como medida de facilitação de mapeamento de edificações, bem como a redução de custos de instalação e do monitoramento das placas fotovoltaicas.

3.2 A utilização de drone como ferramenta de agilidade e precisão nos processos de medições de áreas

A necessidade de inovação a partir de tecnologias que potencializem a precisão e qualidade dos serviços bem como otimizem o tempo de trabalho de forma seguro, faz com que tecnologias como veículos não tripulados contribuam de forma significativa em diferentes setores.

A empresa Orientar (2022), especializada em topografia com a utilização deste tipo de equipamento define o mapeamento aéreo como um método de obtenção de dados através de imagens espaciais e ressalta que quando feita a partir da utilização de drones específicos obtém-se dados digitais georreferenciados com imagens precisas e de alta qualidade, que de acordo com Jacoby (2022) dependendo da altitude, ângulo e câmera utilizada nas fotografias e tecnologia embarcada, os resultados obtidos pelo mapeamento podem desdobrar-se produtos que garantiram o sucesso em análises dos aspectos ambientais da área sobrevoada.

Os veículos aéreos não tripulados (drones ou vants), surgem como alternativa para que se evitem gastos excessivos com equipamentos ou com mão de obra, bem como otimize o tempo gasto em diferentes processos, o que de acordo com Jacoby (2022) ainda conta com vantagens do imageamento por fotografia aéreas com baixos custos, riqueza de detalhes e fácil implementação, que quando comparando a levantamentos terrestres, além de maior agilidade e mais segurança ainda podem alcançar facilmente locais de difícil acesso e que apresentam risco a humanos.

Ainda de acordo com o mesmo autor para potencializar ainda mais a eficiência e redução de custos na geração de modelos fotogramétricos em situações diversas ou específicas, o desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados permitiu uma união natural entre tecnologias e equipamentos, onde fotografias da área de estudo ou objeto são produzidas com dados gerados por sensores equipados em aparelhos com capacidade de se sustentar e se conduzir no ar.

Deste modo evidencia a utilização deste equipamento como possibilidade de redução de custo financeiro, de tempo, de mão de obra e aumento da segurança na execução de algumas das atividades, principalmente quando relacionadas a trabalho em altura ou em determinados locais que possam colocar em risco a integridade física do trabalhador.

6 ELABORAÇÃO DE PROJETOS COM MAPAS AÉREOS

Com a utilização de drones, o software fotométrico pode criar um mapa para extrair informações relevantes e precisas para medir distâncias entre pontos, bem como para cálculos de volume. Outra vantagem é que ele pode voar em uma altitude muito menor, permitindo imagens de alta resolução e dados de alta acurácia muito mais rapidamente. Assim, os custos são reduzidos sem a interferência das condições atmosféricas, como dias nublados, que afetam os satélites por exemplo.

Por isso Neris (2020) descreve este equipamento como aquele que pode ser usado, em incontáveis cenários, desde a medição inicial de novos projetos até inspeções de rotina e levantamento de avarias. O que o torna essencial nas aplicações no segmento fotovoltaico por serem capaz de evitar acidentes fatais durante inspeções manuais em locais altos e de difícil acesso.

Ainda Segundo Neris (2020) é a partir de sua utilização que haveria possibilidade de redução do tempo dessas operações, melhorar a eficiência e poupar custos adicionais de manutenções. Todas as funcionalidades dos drones, portanto, ajudam muito na tomada de decisões, uma vez que suas características de precisão deixam pouquíssimas margens de erro.

Hoje, é possível obter precisão absoluta com condições óticas específicas e ferramentas de alta qualidade e alta tecnologia. tipos e desempenho de drones combinado com outros recursos do dispositivo mapas precisos podem ser criados.

7 CONCLUSÃO

Essa pesquisa explicitou a necessidade de associar a tecnologia como ferramenta de mitigação de riscos e de melhoria na qualidade dos resultados, de modo a tornar os projetos inteligentes que valorizem a segurança de seus colaboradores e o tempo dos clientes, haja visto que na correria do dia a dia, a melhoria na qualidade das informações, reduzindo custos e agilidade nos processos, torna-se um ponto que diferencia a empresa de suas concorrentes.

Com o avanço das tecnologias os painéis solares tem se tornado evidencia tanto em sua utilização para substituição das baterias de íon-lítio antes utilizadas nos drones como também para medições de área, decorrente da maior precisão técnica das

informações, agilidade, e segurança, que faz com que esses equipamentos seja uma ferramenta em diversas esferas, que contribui na execução de algumas atividades realizadas pelo ser humano de forma a facilitar a utilização de imagens aéreas como objeto a ser explorado pelo projeto.

Desta forma explicitou-se a utilização do VANT para mapeamento como uma maneira de otimizar diversos setores relacionados a projetos e a acesso de áreas que de alguma forma, poderia torna-se perigosa para o indivíduo, caso esse o fizesse com os meios tradicionais, o VANT ainda se mostrou como ótima ferramenta na obtenção de imagens aéreas de alta qualidade de qualquer local, tendo capacidade de gerar um grande conjunto de dados, que possibilita uma análise mais precisa e criteriosa para aplicação na instalação dos projetos uma vez que cria mapas detalhados, avalia riscos e necessita apenas de um operador capacitado, com baixo custo e tempo.

Sendo conclui-se que as decisões devem ser tomadas pautadas em informações precisas que as sustentem, sem o risco de perdas desnecessárias, seja te tempo, de recursos ou geradas por possíveis acidentes trabalhistas. Nesse sentido, o auxílio dos drones pode ser altamente confiável considerando todas as vantagens que já foram reveladas acima.

Por isso é seguro afirma que essa tecnologia pode, portanto, ser usado de forma eficaz em inúmeros cenários, desde a medição inicial de novos projetos até inspeções de rotina e solução de problemas, o que certamente é importante em aplicações no segmento fotovoltaico, pois pode prevenir acidentes fatais durante inspeções manuais em locais altos e de difícil acesso.

REFERÊNCIAS

BEDIN, Caroline. DETECÇÃO DE FALHAS USANDO IMAGENS DE BAIXO CUSTO DE ELETROLUMINESCÊNCIA EM CAMPO. Florianópolis, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197846/TCC_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CANAL RURAL. TECNOLOGIA DO EXÉRCITO AMERICANO: Drone movido a luz solar tem autonomia de voo de 24 horas. 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/drone-movido-a-luz-solar-tem-autonomia-de-voo-de-24-horas/>

DRONENG DRONES E ENGENHARIA. Energia Solar: como os drones são utilizados em projetos como esse? 29 DE SETEMBRO DE 2020. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/energia-solar-como-os-drones-sao-utilizados/>

ELGIN. Drones e a energia solar fotovoltaica: conheça essa tecnologia. ENERGIA SOLAR, 2022. Disponível em: <https://blog.elgin.com.br/energia-solar/drones-e-a-energia-solar-fotovoltaica/>

FIGUEIREDO, José. COMO OS DRONES ESTÃO AJUDANDO NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO. Revista Preven, conteúdos de qualidade, tecnologias em SST, 2019. Disponível: <https://revistapreven.org/07/2019/home-noticias/tecnologia-sst/como-os-drones-estao-ajudando-na-prevencao-de-acidentes-de-trabalho/>

GONÇALVES, Diva. Cientistas usam drones para fazer inventário de florestas e estimar volume de madeira. Assistec, agrícola, Embrapa- Acre, 2020. Disponível em: <https://assistec-agricola.com/news/cientistas-usam-drones-para-fazer-inventario-de-florestas-e-estimar-volume-de-madeira/>

JACOBY, Guilherme. A UTILIZAÇÃO DE DRONES COMO FERRAMENTA DE INOVAÇÃO NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10037622.pdf>

MAPPA. Projetos Fotovoltaicos com DRONES em 6 passos. 7 de julho de 2022. Disponível em: <https://mappa.ag/blog/projetos-fotovoltaicos-com-drones/>

MIRANDA, Stella. DRONES EM PROJETOS FOTOVOLTAICOS: COMO USAR? Canal solar, abril de 2022. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/drones-em-projetos-fotovoltaicos-como-usar/>

NERIS, Alessandra. DRONES NO SEGMENTO FOTOVOLTAICO: CONHEÇA AS APLICAÇÕES. Publicado Atualizado em 20 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.aldo.com.br/blog/drones-no-segmento-fotovoltaico-conheca-as-aplicacoes/>

ORIENTAR. Mapeamento Aéreo com Drone: vantagens e aplicações. 16 de nov. de 2022. Disponível em: <https://www.orientar.eng.br/post/mapeamento-drone-orientar#:~:text=Os%20drones%20conseguem%20acessar%20%C3%A1reas,maior%20fidelidade%2C%20qualidade%20e%20detalhamento.>

PEROZA, Josiane. CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE DISTINTAS TECNOLOGIAS A PARTIR DE ENSAIOS COM SIMULADOR SOLAR E ILUMINAÇÃO NATURAL. Universidade Federal de santa Catarina- Araranguá, Engenharia de energia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164555/TCC%20final%20-%20Josiane%20Peroza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REZENDE, Rodrigo Montezel Corrêa de. DRONES: REGULAMENTAÇÕES E OS IMPACTOS NA SEGURANÇA PÚBLICA. Palhoça, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/3209-49-6800-1-10-20200713.pdf>

VAZ, Arthur Henrique Souza. O DIREITO E A ENERGIA FOTOVOLTAICA. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1443/1/TCC%20II%20-%20C01%2C%20ARTHUR%20VAZ-artigo%20-%202021.1-.pdf>