XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) COMO EQUIPAMENTO DE TRANSPORTE[1]

SANTOS, Bruna (1); LORDSLEEM JR., Alberto (2)

(1) Universidade de Pernambuco – UPE, blcs@poli.br
(2) Universidade de Pernambuco – UPE, acasado@poli.br

RESUMO

Mais recentemente, percebem-se o crescente interesse e as pesquisas de utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTs) ou drones nos mais variados campos de atuação e segmentos industriais. Essas aeronaves são consideradas tecnologias emergentes de potencial significativo no mercado e dentre suas aplicações mais promissoras está o transporte de carga. Devido as vantagens presentes em relação a esse tipo de atividade, o uso de drones está sendo introduzido na área de logística de transportes para entrega de encomendas, transporte de medicamentos e gestão de frotas, abrindo a possibilidade de aumentar os padrões de entrega. Esta pesquisa objetiva realizar uma revisão sistemática sobre o uso de VANTs no transporte de cargas. A revisão seguiu as orientações do método PRISMA – Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses, onde a busca de bibliografia foi realizada no Portal de Periódicos CAPES, além de fontes adicionais de pesquisa. Seguindo os critérios de inclusão e exclusão, oito artigos foram incluídos nessa revisão, cuja análise permitiu verificar o elevado potencial do VANT, o impacto causado ao ser utilizado para transporte, assim como os benefícios e os obstáculos dessa tecnologia.

Palavras-chave: *Veículos aéreos não tripulados. Transporte de carga. Entrega de mercadorias.*

ABSTRACT

More recently, there is a growing interest and research on the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) or drones in the most varied fields of activity and industrial segments. These aircraft are considered as emerging technologies of significant potential in the market, and cargo transportation is one of their most promising applications. Due to the advantages present about this type of activity, *the use of drones is being introduced in the area of transport logistics for order delivery, medication transport, and fleet management, opening up the possibility of increasing delivery* standards. *This research aims to carry out a systematic review of the use of UAVs in cargo transportation. The review followed the guidelines of the PRISMA method - Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyzes,* which led the search for bibliography on CAPES Portal of Periodics, for additional research sources. *Following the inclusion and exclusion criteria, eight articles were included in this review, which analysis*

[1] SANTOS, Bruna; LORDSLEEM JR., Alberto. Revisão sistemática da literatura sobre o uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) como equipamento de transporte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

allowed to verify the high potential of UAV, the impact caused when used for transport, as well as the benefits and obstacles of this technology.

Keywords: *Unmanned aerial vehicles. Cargo transportation. Goods delivery.*

1 INTRODUÇÃO

A princípio, os veículos aéreos não tripulados (VANTs) ou drones eram utilizados apenas para fins militares (MELO, 2016; MOURA JR.; LORDSLEEM JR., 2018). Com o avanço da tecnologia (MELO, 2016) e a consequente redução de preços, os VANTs tornaram-se mais presentes no espaço aéreo (RUIZ, 2020) e mais acessíveis para outros tipos de aplicação, como: agricultura, pecuária, engenharia civil (MELO, 2016), monitoramento de reservas ambientais, monitoramento do clima, entre outros (MOURA JR.; LORDSLEEM JR., 2018). Também é possível utilizar os VANTs na área do comércio e transporte para a realização de entrega de pequenas embalagens ou medicamentos, sobretudo em locais de difícil acesso (RANA *et al.,* 2016).

O potencial de uso do VANT está relacionado ao baixo custo, alta mobilidade, segurança oferecida, agilidade de coleta e processamento de dados, boa qualidade de imagens obtidas durante um voo e a possibilidade de acoplamento de equipamentos para análises específicas (por exemplo, termografia) (MELO, 2016; SILVA *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2020). O uso de drones únicos mostra-se estabelecido e está se tornando cada vez mais comum em campos de pesquisa, já os enxames de drones, que são grupos de drones utilizados para a realização de um determinado objetivo, ainda são objeto de pesquisa e desenvolvimento (BACCO *et al.,* 2017).

Os VANTs são considerados uma tecnologia emergente fundamental para mudar a área de operações logísticas (RANA *et al.,* 2016). Atualmente, empresas de logística já estão testando e/ou utilizando VANTs para entrega de pequenos pacotes ou medicamentos em áreas urbanas e rurais, pois apresenta benefícios como a redução de custos, redução do tempo de entrega e mobilidade em locais que apresentam difícil acesso para a realização de um transporte tradicional.

Entretanto, a regulamentação sobre o uso de VANTs no espaço aéreo restringe o uso indiscriminado do equipamento devido a necessidade de regras específicas para a realização das mais diferentes operações de forma segura e controlada. Outros fatores que dificultam a ampliação do uso do equipamento são a autonomia e a carga útil limitada da aeronave. Avanços mais recentes da utilização do VANT são observados nas demandas da logística relacionadas ao transporte de mercadorias, sendo ainda incipiente na indústria da construção e, ainda mais, nos canteiros de obras (CAJZEK; KLANSEK, 2016; MATSCHULAT, 2016; RANA *et al.,* 2016).

Por isso, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos científicos direcionados a este tipo de aplicação. Ao ser feita uma análise mais abrangente sobre o assunto, será possível verificar o desempenho do equipamento para estabelecer seus benefícios em determinadas situações e tornar a utilização do VANT mais frequente na realização de transporte de cargas.

2 OBJETIVOS

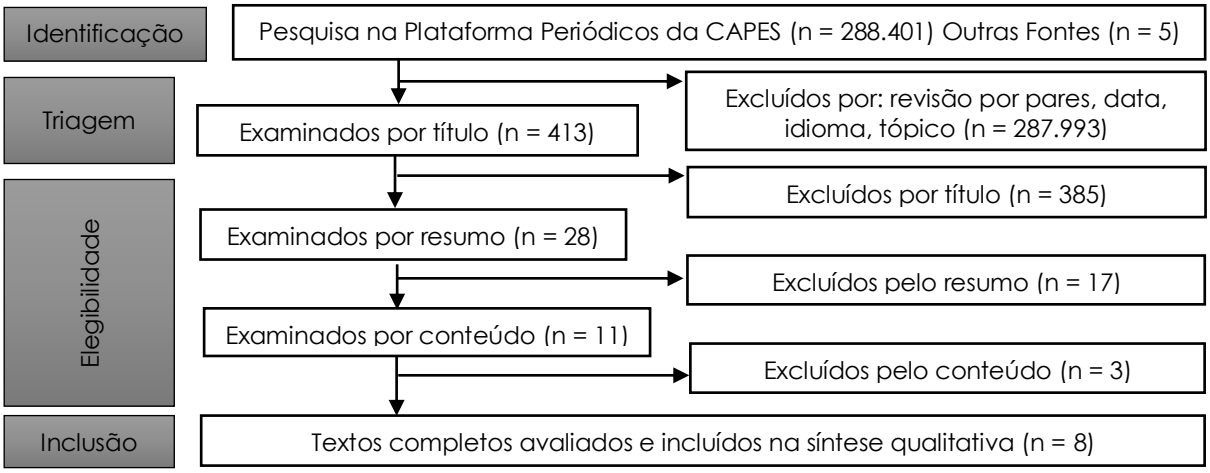
Realizar uma revisão sistemática sobre o uso de veículos aéreos não tripulados no transporte de cargas. Busca-se verificar o potencial do VANT, o impacto causado ao ser utilizado para o transporte e os benefícios e obstáculos trazidos pela tecnologia, servindo como fonte de inspiração para aplicações futuras na construção civil a partir das experiências, ainda incipientes, na realização de movimentação de produtos.

3 METODOLOGIA

A revisão sistemática deste trabalho foi realizada seguindo as orientações do método PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (LIBERATI *et al*., 2009). A busca dos artigos selecionados foi realizada no Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), também foram adicionados artigos pesquisados no Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: drones, veículo aéreo não tripulado (VANT), drones para transporte, *Unmanned Aerial Vehicles (UAV), cargo transportation, transporting, air transport, air cargo transport* e *cargo drone*. O processo de seleção dos artigos seguiu os seguintes critérios: artigos revisados por pares (trabalhos científicos revisados por especialistas), por ano (publicados entre 2015 e 2020), por idioma (português, inglês e espanhol) e por tópico (artigos relacionados a transporte de cargas). Alguns artigos também foram excluídos por não apresentar, em seu título, resumo ou conteúdo, informações relacionadas à pesquisa.

Ao realizar a busca de artigos no Portal CAPES, utilizando o método PRISMA, foram identificados 288.406 artigos. Seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram excluídos 73.233 por pares, 124.266 por ano, 8.902 por idioma, 81.592 por tópico, 385 por título e 17 pelo resumo. Ao final da aplicação dos critérios de elegibilidade foram excluídos mais 3 artigos por não apresentarem dados relevantes para a revisão. Após todo o processo, foram incluídos 8 artigos na revisão (Aliaga-Aguilar e Cubas, 2019; Cajzek e Klansek, 2016; Choi e Kim, 2019; Matschulat, 2016; Monteiro, 2016; Otto *et al.,* 2018; Schodl *et al.*, 2018; Tatum e Liu, 2017). O processo de seleção de acordo com os respectivos critérios pode ser observado através do fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da seleção dos artigos



Fonte: Os autores

Diante da revisão sistemática, foi realizada a extração dos seguintes dados nos artigos: autor(es), ano de publicação, cidade (local) e assunto geral de cada pesquisa, bem como as informações sobre o transporte realizado pelo VANT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura e a extração de dados, foi elaborado o Quadro 1 com os respectivos assuntos discutidos nos artigos, relacionados ao uso de VANTs para transporte, os tipos de transporte, vantagens e desvantagens da utilização da aeronave e observações. Dois dos oito artigos não foram incluídos no Quadro 1 pois, não apresentavam os dados de modo detalhado. Logo após, são discutidas as contribuições das pesquisas.

Quadro 1 – Informações sobre os estudos realizados

No	Autor (Ano)	Cidade/País	Assunto estudado	Tipo de transporte realizado pelo VANT	Vantagens	Desvantagens	Observações
1	Aliaga-Aguilar e Cubas (2019)	Madri/Espanha	Influência das emissões provocadas pelo transporte com VANTs	Entrega de pacotes pequenos	Menores emissões de poluentes geradas em relação a outras aeronaves	Não relatadas	Foram elaborados cenários possíveis de emissão sonora e de poluentes de VANTs que realizam entregas pequenas
2	Choi e Kim (2019)	Las Vegas/EUA	Levantamento e transporte de módulos com VANTs	Transporte de módulos para locais de construção	Redução do tempo de entrega e dos custos do transporte, aceleração do processo de construção	Carga útil e fonte de alimentação limitadas, instabilidade do VANT, regulamentos	Os módulos são peças utilizadas na construção modular, no estudo prático foram representadas por um pequeno cubo
3	Matschulat (2016)	Joinville/Brasil	Distribuição de cargas fracionadas com auxílio de VANTs	Auxílio a caminhões de entrega de encomendas	Redução do tempo de entrega e dos custos do transporte	Regulamentos, autonomia limitada	Foi elaborado um modelo para a utilização de VANTs que auxiliam caminhões a entregarem encomendas
4	Monteiro (2016)	Rio de Janeiro/Brasil	Transporte via VANT de medicamentos para hospitais	Transporte de medicamentos para hospitais	Não relatadas	Regulamentos, autonomia do equipamento	Foi elaborado um sistema baseado no uso de VANTs para transportar medicamentos de depósitos para hospitais
5	Otto *et al.* (2018)	Siegen/ Alemanha	Otimização das aplicações civis de VANTs	Entrega de pacotes pequenos	Redução de custos do transporte e da mão de obra, emissão menor de gás carbônico (CO_2)	Regulamentos, carga útil limitada, alcance de voo limitado	Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a otimização de aplicações de VANTs
6	Schodl *et al.* (2018)	Viena/ Áustria	Meios inovadores de transporte de carga	Entrega de pacotes pequenos	Não relatadas	Não relatadas	Foi apresentado um método que estima o impacto em regiões que utilizam meios de transporte inovadores para entrega

Fonte: Os autores

Através da leitura dos textos encontrados com a revisão sistemática é possível notar que os VANTs são tecnologias emergentes de potencial significativo no mercado e dentre suas aplicações mais promissoras está o transporte (OTTO *et al.*, 2018).

Por ser de fácil mobilidade e apresentar eficiência quanto a segurança e velocidade, dependendo do modelo e características do equipamento, o uso de VANTs para a realização de transporte de cargas, sobretudo entregas, pode trazer diversos benefícios para os setores que realizam essa aplicação. Atualmente, o uso de VANTs está sendo introduzido na área de logística de transportes para entrega de encomendas, transporte de medicamentos e gestão de frotas (MONTEIRO, 2016).

Choi e Kim (2019) propõem implementar o uso de VANTs para transporte de módulos em escala reduzida de peças pré-fabricadas de modo que a logística na técnica de construção modular se torne inovadora. Na escala real, as peças pré-fabricadas apresentam dificuldades de acesso ao canteiro de obras devido ao tamanho, constituindo-se uma barreira para o desenvolvimento da construção modular.

Entretanto, a possibilidade de uso de VANTs pode reduzir as dificuldades para o transporte desde a fábrica até o local da construção, beneficiando essa etapa do processo de construção. Essa vantagem foi observada ao realizarem um voo de teste manual com um protótipo de um VANT de asa rotativa com carga útil de 4,5 kg. O protótipo transportou um pequeno cubo de acrílico para representar um módulo. Após esse estudo prático, além das vantagens, também foi possível listar as desvantagens da utilização do VANT, que foram citadas no Quadro 1, anteriormente.

O desenvolvimento de baterias e motores mais potentes e com maior eficiência tem permitido que os VANTs possam ser utilizados no transporte de cargas mais leves, comumente, suportando até 20 kg (CAJZEK; KLANSEK, 2016). Nessas condições, torna-se compreensível que os VANTs não podem substituir guindastes ou equipamentos de elevação de grandes cargas, entretanto, há relatos de uso em canteiros de obras, como equipamento auxiliar para a transferência de objetos mais leves em locais de difícil acesso. Por exemplo, Cajzek e Klansek (2016) relatam o uso do VANT para o transporte de cabos de redes elétricas em terrenos elevados, em substituição ao uso de helicópteros, os quais costumam ser bastante dispendiosos.

Na indústria da construção, a montagem automatizada de estruturas tem se mostrado uma das aplicações mais promissoras dos VANTs. Projetos estão sendo realizados para testar a capacidade dos VANTs transportarem e montarem estruturas. Tatum e Liu (2017) relatam uma experiência do uso do VANT no transporte e montagem de uma estrutura de 1500 blocos de agregado leve, o Laboratório Geral de Robótica da Universidade da Pensilvânia também usou um conjunto de VANTs para montar uma estrutura de vigas e colunas unidas por conexões magnéticas.

Em 2013, a Amazon anunciou um sistema denominado *Amazon Prime Air* como um novo método de entregar mercadorias utilizando VANTs, já a empresa alemã de logística DHL, realizou em 2014, o serviço de entrega de medicamentos com um VANT para uma ilha que pertence a Alemanha. Empresas como a Google, Alibaba e UPS, assim como a Amazon, ainda estão estudando sobre a realização de entregas com VANTs, porém um dos grandes obstáculos para o uso do equipamento é a regulamentação (MATSCHULAT, 2016).

Monteiro (2016) propôs um sistema baseado na utilização de VANTs para transportar medicamentos de 3 depósitos (ClinRio – Produtos Médico-Hospitalares, Prosper Medicamentos e Central de Distribuição da Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil) para hospitais na cidade do Rio de Janeiro - RJ. O medicamento escolhido por

ele, Atenolol – 100mg, apresentava o peso de 10g por unidade, os VANTs escolhidos e a carga útil de cada um deles podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Características dos VANTs selecionados

VANT	Carga útil	Quantidade máxima de unidades	Dimensões do pacote
DHL Parcelkopter 3.0	2 kg	200	40cm x 40cm x 15cm
Matrice 600	6 kg	240	40cm x 40cm x 15cm
HE-190E	19 kg	624	40cm x 40cm x 40cm

Fonte: Adaptado de Monteiro (2016)

Com a escolha desses VANTs, seria possível transportar entre 200 e 624 unidades de medicamento, em uma única vez. Também foi avaliado o número de entregas diárias que seriam realizadas, a autonomia dos equipamentos e o tempo gasto para transporte caso esse sistema fosse implementado no cenário escolhido pelo mesmo.

O interesse da aplicação de VANTs para transporte decorre da eficiência e velocidade que podem reduzir o tempo e os custos para operação em comparação aos métodos tradicionais e, ser mais conveniente para os clientes e as empresas de logística. A realização de entregas em zonas rurais ou ilhas também pode ser beneficiada devido à parte desses locais serem de difícil acesso (MONTEIRO, 2016).

Vale ressaltar também, que devido à realização de mudanças constantes no setor de logística de transporte, a adaptação aos novos requisitos é essencial para manter o funcionamento dos negócios, e por isso, VANTs para transportar carga se tornam uma possibilidade de aumentar a eficiência e a qualidade de entrega.

Apesar de apresentar benefícios como redução de custos e do tempo de entrega, o uso de VANTs para transportar cargas possui obstáculos que dificultam a sua utilização nas empresas de logística, bem como sua aplicação mais ampla. Os principais obstáculos são a limitação da aeronave e a regulamentação para seu uso.

Quanto à limitação, segundo Aliaga-Aguilar e Cubas (2019), devem ser levados em consideração para a realização de um voo: a dimensão e o tamanho da carga (dependendo do tamanho do VANT, pode ser transportado apenas um pacote), a distância entre o ponto de partida e o de entrega e, a vida útil da bateria (onde duas variáveis influenciam na alteração da mesma: tamanho e a fonte de energia).

Quanto à regulamentação, como foi mencionado anteriormente, é um obstáculo devido as regras de uso ainda estarem em desenvolvimento em diversos países, assim como a autorização para utilização mais ampla (MATSCHULAT, 2016). Nos Estados Unidos, por exemplo, tem-se as seguintes normas para o uso de VANTs: a altitude máxima permitida de voo é de 120m de altura, somente é autorizado voos VLOS (Visual Line of Sight - voos que estão na linha de visão do operador) e, somente é permitido voos com aeronaves de até 25 kg, incluindo a carga útil (MONTEIRO, 2016).

No Brasil, a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) é o principal órgão que regulamenta os critérios para operação legal de veículos aéreos não tripulados, cuja Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017, estabelece três critérios visuais que podem ser utilizados para operação do VANT: Operação em Linha de Visada Visual (Visual Line of Sight - VLOS) - o piloto mantém contato direto com a aeronave, Operação em Linha de Visada Visual Estendida (Extended Visual Line of Sight- EVLOS) - o piloto necessita de auxílio de lentes ou outros equipamentos, e Operação Além da Linha de Visada Visual (Beyond Visual Line of Sight - BVLOS) - o piloto não consegue ter contato direto com o VANT mesmo com auxílio de equipamentos ou observadores.

Para a realização de um voo para transporte de cargas poderia ser realizado voos BVLOS em um espaço aéreo autorizado. Porém, a regulamentação ICA 100-40/2015 elaborada pelo DECEA (2015), outro órgão responsável pelo regulamento de voos de VANTs no território nacional, proíbe a realização de voos de veículos aéreos não tripulados superiores a 25 kg, a menos que seja feita uma solicitação formal ao órgão regional responsável pela área em que seria realizada o voo, devido a isso a aplicação de VANTs para transporte acaba se tornando mais restrita no país.

No aspecto geral, pode-se notar que a aplicação de VANTs na área de transporte possui suas vantagens, como redução de custos, e desvantagens, como a autonomia limitada do equipamento. Assim, a realização de estudos teóricos e práticos, a respeito do uso de VANTs para transporte, se torna necessária para verificar em quais tipos de transporte o VANT seria mais promissor. Como o mercado mundial dessas aeronaves vem crescendo constantemente, a substituição de aeronaves tripuladas pelos VANTs também pode ser útil para evitar a alta emissão de poluentes que contribuem para o aumento do efeito estufa (ALIAGA-AGUILAR; CUBAS, 2019), sendo esse mais um importante fator para impulsionar os estudos.

Além disso, cabe ressaltar, que o desenvolvimento dos estudos relacionados a VANTs na área de transporte ainda está em fase inicial por ser uma tecnologia recente. Porém, por ser considerado uma tecnologia inovadora, esses equipamentos abrem oportunidades para inovação do transporte aéreo, podendo resultar no melhor desempenho e eficácia do transporte que terá essa tecnologia (SCHODL *et al.*, 2018), atraindo ainda mais a atenção de pesquisadores nessa área do conhecimento.

5 CONCLUSÕES

Com esta revisão sistemática, pode-se perceber que, a utilização de VANTs para transportar cargas apresenta uma importância significativa para as áreas que realizam e/ou necessitam de transporte de cargas. A escolha desse equipamento para tal finalidade, apresenta vantagens e desvantagens de acordo com cada situação específica. O equipamento se mostra uma opção bastante promissora para a realização de entregas de mercadorias pequenas e medicamentos, devido a sua eficiência, mobilidade, segurança e velocidade. Para os autores dos estudos incluídos na revisão, os VANTs apresentam um grande potencial nessa área pois, podem apresentar vantagens como a redução de custos e do tempo de entrega assim como, uma menor emissão de poluentes em relação a outras aeronaves. Dentre suas desvantagens estão a regulamentação, que restringe a ampliação do seu uso, e a limitação do equipamento, como a vida útil da bateria e a carga útil máxima para ser transportada. Quanto aos estudos a respeito deste assunto, eles ainda se encontram em fase de desenvolvimento, empresas de logística também estão realizando estudos e algumas já deram início a testes com VANTs para entregar pacotes pequenos. Em suma, por ser uma tecnologia recente, os VANTs podem trazer inovação ao setor logístico e ao setor de transporte aéreo assim como, despertar interesse de mais pesquisadores para ampliar os estudos a respeito deste tema.

REFERÊNCIAS

ALIAGA-AGUILAR, H.; CUBAS, J. **UAV influence in the emissions of airborne cargo transportation.** BRAIA SCHOLARS' WORKSHOP, 2019.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil - **Regulamento Brasileiro da aviação Civil Especial (RBAC-E nº94).** Resolução n. 419, 2 de maio de 2017. Brasília, 2017.

BACCO, M. *et al.* UAVs and UAV swarms for civilian applications: communications and image processing in the SCIADRO project. In: **International Conference on Wireless and Satellite Systems.** Springer, Cham, 2017. p. 115-124.

CAJZEK, R.; KLANŠEK, U. An unmanned aerial vehicle for multi-purpose tasks in construction industry. **Journal of Applied Engineering Science**, v. 14, n. 2, p. 314-327, 2016.

CAPES. fundação capes do ministério de educação. (2020). **Portal de periódicos Divulgação cientifica.** 2020. Disponível em:<http://www.capes.gov.br/>. Acesso em: fev. 2020.

CHOI, J. O.; KIM, D. B. **A New UAV-based Module Lifting and Transporting Method: Advantages and Challenges.** In: 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2019).

GOOGLE ACADÊMICO. **Google Scholar**. 2020. Disponível em: <https://www.scholar.google.com.br/>. Acesso em fev. 2020.

ICA100/40: **Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro** – Ministério da Defesa, Comanda da Aeronáutica, Departamento de Controle do Espaço Aéreo, 2015. PORTARIA DECEA No 415/DGCEA, DE 9 DE NOVEMBRO DE 2015.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D.G.; TETZLAFF, J. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. **BMJ** 2009; 339: b2700.

LIMA, M. B. *et al.* Inspeção de Manifestações Patológicas de Fachadas em Edifício de Grande Altura com VANT. **MIX Sustentavel, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 111-122, mai. 2020**.

MATSCHULAT, J. P. **Proposta de um modelo heurístico para o problema de distribuição de cargas fracionadas com o auxílio de drones.** Joinville, 2016. 65p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina.

MELO, R. R. S. **Diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com veículo aéreo não tripulado (VANT).** Salvador, 2016. 160p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade Federal de Bahia.

MONTEIRO, L. R. **Otimização de um sistema de transportes de medicamentos via UAV (drone) entre hospitais do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2016. 177p. Monografia (Graduação) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MOURA JR., J.; LORDSLEEM JR. A. Tecnologias emergentes: Estudo exploratório de inspeção de manifestações patológicas de fachadas utilizando veículo aéreo não tripulado (VANT). Mostra de Extensão, Inovação e Pesquisa da POLI/UPE 2018. Recife. **Anais...** Recife, 2018.

OTTO, A. *et al.* Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: A survey. **Networks**, v. 72, n. 4, p. 411-458, 2018.

RANA, K.; PRAHARAJ, S.; NANDA, T. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): An Emerging Technology for Logistics. **International Journal of Business and Management Invention**, v. 5, n. 5, p. 86-92, 2016.

RUIZ, R. D. B. **Inspeção de manifestações patológicas de fachadas utilizando Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT): Estudo exploratório**. Recife, 2020. 220p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco.

SCHODL, R. *et al.* Innovative means of cargo transport: A scalable method for estimating regional impacts. **Transportation research procedia**, v. 30, p. 342-349, 2018.

SILVA, W.; LORDSLEEM JR., A.; RUIZ, R. Inovação tecnológica na inspeção de manifestações patológicas de fachadas utilizando câmera termográfica integrada ao veículo aéreo não tripulado (VANT): Revisão Bibliográfica. Mostra de Extensão, Inovação e Pesquisa da POLI/UPE 2019. Recife. **Anais...**Recife, 2019.

TATUM, M.; LIU, J. **Unmanned aerial vehicles in the construction industry.** In: 53rd ASC Annual International Conference Proceedings, 2017.