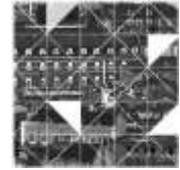


---

# CIDADES, Comunidades e Territórios

---



## Relevância do VANT no Processo de Representação e Produção de Arquitetura

João Antunes<sup>1</sup>, Iscte - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal.

Sara Eloy<sup>2</sup>, ISTAR - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal.

Pedro Luz Pinto<sup>3</sup>, DINÂMIA 'CET-Iscte - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal.

### Resumo

O surgimento do avião como elemento influente na visão dos arquitetos do movimento moderno do século XX transformou a forma de conhecer e interpretar a paisagem, refletindo-se numa metodologia distinta de planeamento e interação com o território. No século XXI, esta relevância da aeronave perpetua-se com a emergência do veículo aéreo não tripulado (VANT), vulgarmente designado como “drone”, no espaço aéreo da Cidade. A democratização desta tecnologia transforma o espaço aéreo urbano, promovendo uma mudança de paradigma da realidade contemporânea e influenciando aspetos como a privacidade, a segurança, o planeamento urbano e os regulamentos de utilização do espaço aéreo. No âmbito profissional de utilização do VANT, a relevância deste no processo de representação e produção de Arquitetura torna-se um dos seus pontos de maior influência, possibilitando novas formas operativas de ação do arquiteto e ampliando a sua autonomia, capacidade técnica e consciência sobre os cenários onde intervém.

Com a premissa de enquadrar a relevância destes veículos no processo de representação e produção de arquitetura, este trabalho procura expor as principais valências dos VANT na Arquitetura, através de uma investigação sobre as suas especificações e aplicações em diferentes áreas. A realização de um caso de estudo de utilização de um VANT e de fotogrametria digital aérea tornou ainda possível testar as premissas desenvolvidas.

**Palavras-chave:** arquitetura, tecnologia, representação, veículo aéreo não tripulado, VANT.

---

<sup>1</sup> [joaodoresantunes@gmail.com](mailto:joaodoresantunes@gmail.com)

<sup>2</sup> [sara.eloy@iscte-iul.pt](mailto:sara.eloy@iscte-iul.pt)

<sup>3</sup> [pedro.pinto@iscte-iul.pt](mailto:pedro.pinto@iscte-iul.pt)

## **Introdução**

Com vista a analisar a evolução tecnológica no âmbito disciplinar da arquitetura, este trabalho surge da intenção de enquadrar uma realidade contemporânea em transformação a partir de uma revisitação histórica contextualizando a evolução e adaptação do presente através do passado. A construção de uma narrativa que retrata a importância do veículo aéreo não tripulado (VANT) no âmbito disciplinar da representação e produção de Arquitetura, é o objetivo primeiro a que se submete este ensaio, assumindo, enquanto produto de uma observação e “ponto de vista” particular, a representação aérea como génese deste estudo.

Numa busca pelo reencontro de uma evidência da “vista aérea” na história da arquitetura, procura-se conciliar com esta uma realidade tecnológica de progresso e “vanguarda”. O ensaio pressupõe o arquiteto enquanto mediador deste tipo de observação, assumindo com isto que, através de uma posição relativa, o papel deste, enquanto mediador, é profundamente influenciado pelas contingências naturais ou tecnológicas da sua realidade presente.

Este trabalho ambiciona uma compreensão da importância dos avanços tecnológicos, no caso específico da observação aérea em arquitetura, procurando compreender simultaneamente, quais as transformações a que este modo de “visitar” a cidade levou e continua a levar no campo de ação conceptual e construtiva da Arquitetura. Neste sentido, a importância da tecnologia é também predominante; intuindo que, no processo de avanço e progresso do homem e da sociedade, os avanços tecnológicos estão contínua e simultaneamente ligados a um retrato da evolução humana e social (Giedion, 1969). Sendo este o elo entre a tecnologia e a prática disciplinar da Arquitetura, o enunciado para este trabalho parte da ideia de entender o VANT enquanto «artefacto», ou seja, objeto e instrumento de apoio. Neste ensaio é predominante a ideia de uma determinada habilidade do corpo poder ser ampliada por um progresso tecnológico que, enquanto “extensão” do próprio corpo, se reflete enquanto capacidade tecnológica, mas também e simultaneamente enquanto capacidade humana. “(...) Darwin, por exemplo, usou o desenvolvimento dos telescópios como metáfora para a evolução dos olhos (...)” (Forty, 2006: 22) “(...), uma das implicações do debate biológico foi a de que o ser humano é de alguma forma «incompleto». (...) parte do objectivo da produção de bens materiais é dar ao homem a integridade de que carece. (...)” (Forty, 2006: 25)

O artigo retrata em três âmbitos diferentes as problemáticas em discussão respondendo assim aos três objetivos do estudo. Numa primeira fase, que corresponde às seções dois e três, responde-se ao objetivo de identificar a importância dos avanços tecnológicos na observação aérea em arquitetura. Para tal, através da contextualização histórica, analisa-se o surgimento e a evolução da vista aérea desde uma génese mais técnico-militar, até outra, relacionada com uma vertente artística ou técnico-artística. Na segunda fase do artigo, com o objetivo de identificar as possibilidades da tecnologia VANT na representação e produção de Arquitetura, apresenta-se uma vertente mais operativa incidindo no VANT e nos seus métodos e processos de levantamento em Arquitetura. Numa terceira fase do artigo, com o objetivo de analisar os impactos que os VANT trarão no futuro, faz-se uma reflexão acerca do futuro desta tecnologia, assim como considerações sobre ética e tecnologia, nomeadamente sobre a atual mudança de paradigma do espaço aéreo, onde a democratização do acesso e uso deste tipo de tecnologia pode potenciar inesperados constrangimentos e pressões em temas como «segurança» e «privacidade».

## **Contextualização histórica**

### **Vista aérea, Arquitetura e Cidade**

Nos séculos XIX e XX, a par com um conjunto de novas ideologias, também avanços tecnológicos se evidenciaram como fundadores da realidade «moderna» tal como a revisitamos nos dias de hoje. A criação de novos instrumentos

e o aparecimento de novos materiais construtivos, como o betão, o vidro ou o aço, tornaram-se evidências de uma nova realidade que se revelou fértil em novas oportunidades, quer a um nível técnico, quer num campo artístico.

Alguns fenómenos históricos, como o processo de revolução industrial, têm a capacidade de alterar por completo o quotidiano das cidades, condicionando muito do futuro expectante da vida urbana e as reflexões que se estabelecem sobre esta. Embora podendo-se questionar as condições de progresso nestas dinâmicas de transformação, menos discutível é o facto de estes fenómenos introduzirem uma profunda alteração nas realidades em que sucedem. A ocorrência de uma resposta a estes fenómenos em âmbitos mais técnicos e/ou artísticos, por cadeia, acabam por representar um conjunto de determinantes reações multidisciplinares, onde a Arquitetura enquanto disciplina e área técnico-artística, não se isenta de agir.

No caso do movimento moderno, para além das novas e determinantes tecnologias de construção, o avião – invenção anterior ao nascimento do movimento moderno – acabou também por construir os princípios ideológicos desta prática arquitetónica, que ganhou voz na primeira metade do século XX. A visão dos arquitetos modernos acabou profundamente influenciada pela presença do avião enquanto veículo aéreo integrante da cidade moderna, porém, também e essencialmente enquanto facilitador de um novo e revolucionário olhar sobre a cidade – a vista aérea (Lista, 1994: 206-211).

Apesar das experiências realizadas no final do século XIX relativas à criação de um veículo que tornasse possível a ambição humana de voar, já em 1783, pelas mãos dos irmãos Montgolfier (Joseph-Michel Montgolfier (1740-1810) e Jacques-Étienne Montgolfier (1745-1799)), o balão de ar quente surgiu como parte da concretização deste sonho. Tornando-se pela primeira vez possível sobrevoar um determinado território, a invenção do balão de ar quente e o desenvolvimento da fotografia na segunda metade do século XIX foram os dois fatores determinantes que tornaram possível aquelas que viriam a ser as primeiras fotografias aéreas. Levadas a cabo por Gaspard-Félix Tourmarchon (1820-1910), de pseudónimo “Nadar”, estas primeiras fotografias aéreas foram captadas na cidade de Paris, em 1868. Nesta altura recorrendo ao engenho técnico do balão de ar quente e à sua técnica fotográfica, bastante avançada para a época, Nadar realizou os primeiros registos aéreos de uma cidade. Até esta altura, os registos sobre um ponto de vista superior resultavam sempre de posicionamentos elevados, recorrendo a fotografia aérea oblíqua a partir de construções altas como os monumentos emblemáticos das cidades (Espuche, 1994: 108-111).

Todas as experiências realizadas no decorrer da primeira década do século XX acabariam por marcar aquilo que veio a ser o desenvolvimento da indústria aeronáutica no decorrer do século. O conceito e a presença do avião enquanto instrumento e ícone da era “moderna” acabaria por se estabelecer e se, por um lado, esta invenção passou a ocupar a paisagem, por outro, conceptualmente, esta mesma acabou por moldar a forma como a própria paisagem passou a ser conhecida e pensada.

### ***O avião e o movimento moderno***

Enquanto novo elemento da vida urbana das cidades, no século XX o avião serviu tanto a inspirações quanto à destruição associada aos conflitos armados. Novas presenças como o automóvel passaram também a construir a realidade urbana da cidade do século XX. A cidade, agora vista a partir da janela do automóvel e projetada a partir da janela do avião, tornou-se reflexo destes dois olhares. “(...), Mies foi dos primeiros a pensar a torre de arquitectura moderna vista a partir do carro (...)” (Montaner, 2006: 60).

Na 1ª e 2ª Guerra Mundial, o uso extensivo do avião, potenciado pelas funções militares que assumiu, levou a que a fotografia aérea, enquanto instrumento de registo e análise, fosse alvo de um desenvolvimento exponencial. A importância e eficácia da conjugação do avião com a fotografia acabou por se perpetuar na extensa produção de registos fotográficos aéreos que se deram durante este período.

Representando muita da essência dos princípios «modernos», como o conceito de «máquina», o avião surge como um dos elementos fundadores do modernismo da primeira metade do século XX. Ganhando este protagonismo principalmente no discurso de Le Corbusier (1887-1965), esta invenção tecnológica acabou por fundar um novo

olhar sobre a cidade. Para Le Corbusier, o avião assumia-se como uma das peças centrais do seu discurso, evocando princípios como o pragmatismo e o funcionalismo e representando para este “*the precise new anatomy of architecture*” (Le Corbusier, 1987: 25).

O papel do avião no movimento moderno acabaria por ser profundamente retratado com a primeira viagem de Le Corbusier à América do Sul em 1929, onde teve oportunidade de visitar de avião cidades como Buenos Aires, São Paulo e o Rio de Janeiro. Testemunhamos hoje este seu fascínio pelo avião através dos seus esboços. Esta metodologia utilizada por Le Corbusier de conhecer e interpretar o território tornou-se responsável pelos seus primeiros registos relativos ao plano urbanístico para a cidade do Rio de Janeiro. Le Corbusier acabaria por associar este modo de observar o território à expressão «*bird's eye view*», intuindo que esta «vista de pássaro» mostrava o que era «invisível» na observação feita a um nível térreo (Le Corbusier, 2017: 75).

Se o avião acelerou o ritmo de mobilidade e reconhecimento do território, acabou igualmente por aumentar a consciência dos arquitetos sobre a paisagem tornando-a mais permeável ao planeamento urbano durante todo o século XX.

### ***A cidade “objeto”***

A presença do avião na realidade do século XX produziu a sua marca no espírito conceptual da arquitetura do Movimento Moderno, assim como no panorama artístico fundado nas vanguardas deste século. Por esta altura os artistas desenvolviam a plasticidade do voo e os arquitetos o novo olhar sobre a cidade.

Complementando os hábitos de observação, interpretação e comunicação do arquiteto e do artista, a vista aérea imprimiu uma mudança de consciência e a consolidação de um pensamento à escala da paisagem e da cidade. Embora no século XVII a escala da cidade fosse já potenciada por representações em planta emblemáticas, como o mapa iconográfico de Roma produzido em 1748 por Giambattista Noli (1701-1756), a cidade enquanto “elemento abstrato” revelou-se mais evidente e clara no século XX; a sua perceção ampla permitiu que esta ganhasse uma maior presença na imaginação técnico-artística desta época, perpetuando-se até aos dias de hoje.

As visões urbanas a partir de um ponto de vista superior passaram a servir as produções artísticas, refletindo a influência e emancipação do voo neste período da história (Espuche, 1994; 108-111). As produções artísticas inspiradas no “voo” sobre a cidade resultaram como memória das realidades destruídas pela guerra. A pintura, fotografia e outras formas de expressão tornaram-se documentos históricos de revisitação de algumas realidades que desapareceram durante as duas guerras mundiais do século XX.

As cidades tornaram-se o objeto de contemplação por excelência. A aproximação conceptual da escala da cidade a um objeto acabou por ser motivada pela nova posição de observação do arquiteto. A nova perspetiva de observação do território ofereceu um maior poder de síntese na sua leitura, imaginação e planeamento. Tal como no filme *Power of ten's*, lançado em 1977 com autoria de Ray Eames (1912-1988) e de Charles Eames (1907-1978), esta relativização da escala da cidade disponibilizou uma nova forma de esta se apresentar aos olhos atentos dos arquitetos e artistas do século XX.

## **A ampliação tecnológica**

### ***Biologia e invenção***

No processo de questionamento crítico da tecnologia a dicotomia entre o «natural» e a «máquina» dá aso ao início de um entendimento sobre a relação estabelecida entre o ser humano e os objetos. Recorrendo ao exemplo do papel desempenhado pelo avião no século XX, a condição não natural ou intrínseca ao ser humano relativa à observação aérea tornou nítida a gestão complexa da adaptação a esta nova possibilidade. A condição deste novo tipo de observação permitiu a ampliação da perceção da realidade. A forma como este fenómeno de transformação alterou

a realidade acabou, simultaneamente, por transformar a própria consciência dos arquitetos através da possibilidade de uma apreensão sobre um ponto de vista estranho à natureza do ser humano.

A estreita relação entre biologia e invenção, no ato de ampliação das capacidades do ser humano, desde sempre alimentou grande parte da sua ambição e a evolução enquanto espécie. O carácter individual e coletivo promovido pela sua condição natural e amplamente criativa tornou ténue a diferenciação entre «órgão» e «máquina».

Fundador e autor fundamental da biologia moderna, Charles Robert Darwin (1809-1882) retratou a importância dos artefactos a partir da «Teoria da Evolução das Espécies». Recorrendo a uma das analogias de Darwin, Adrian Forty (n.1948) escreve: “Na área das ciências biológicas, a distinção entre artefactos como extensões literais ou metafóricas dos membros surgiu nos debates sobre evolução. (...), muitos biólogos usaram analogias do mundo dos artefactos para elucidar as suas ideias sobre a evolução natural: Darwin, por exemplo, usou o desenvolvimento dos telescópicos como metáfora para a evolução dos olhos (...)”. (Forty, 2006: 22).

### *Objeto e corpo*

“(...) Numa passagem claramente evocativa de Samuel Butler (...) Le Corbusier escreve: “Nascemos nus e com proteção insuficiente. Assim, as mãos em concha de Narciso levaram-nos a inventar a garrafa” (...). (Le Corbusier, 1925; 1987: 72).

Perante a ideia de a tecnologia ser uma extensão do Homem e os objetos uma extensão ou prótese do corpo, Adrian Forty assume que os objetos são como uma invenção que tenta anular “deficiências corporais”. Forty dá como exemplo a Ergonomia, a ciência que tornando mais próxima a conexão entre o corpo e os objetos, torna simultaneamente mais presente a ideia de um objeto ser uma extensão do corpo: “(...) muitos dos membros do homem estão dispersos e encontram-se separados (...) – alguns sempre à mão para uso eventual e outros, ocasionalmente, a quilómetros de distância. A máquina é apenas um membro suplementar” (Forty, 2006: 27-28).

Enquanto máquina funcional, o avião tornou-se assim uma extensão do corpo, facultando-o da capacidade de «voar». Porém, enquanto instrumento conceptual e disruptor, este também acabou por produzir um conjunto de reações e emoções que transpareceram na forma de «projeto urbano» ou «produção artística» inspiradas na concretização e plasticidade do voo. A tecnologia pode ainda imprimir no seu utilizador os valores que lhe estão associados. Características qualitativas, mesmo que recrutadas a partir de uma ferramenta tecnológica, podem ser associadas às capacidades pessoais de quem lhe dá uso. Neste seguimento de ideias, Neil Leach introduz a noção de «propriocepção» entre a tecnologia (ou seja a «prótese») e o corpo humano (Leach, 2006:78-79).

A tecnologia do veículo aéreo não tripulado (VANT) é exemplo desta iminência evolutiva do ser humano. Promovendo uma mudança na relação de proximidade entre os objetos e o ser humano, o caso específico do VANT reforça uma realidade onde o controlo da tecnologia e dos objetos se passa a fazer através de uma interação e manipulação mais remota, à distância. Os aspetos técnicos destes dispositivos pressupõem uma nova dinâmica na realidade urbana, bem como nas relações e interações que o corpo estabelece com esta. Este veículo de mobilidade remota relativiza a distância entre o corpo e a sua envolvente, revelando e potenciando a posição que o ser humano pode assumir no espaço.

O «objeto» e o «corpo» por um lado caminham para um afastamento físico induzido, enquanto que por outro, complementam-se, ampliando o carácter híbrido que esta tecnologia evidencia.

### **O veículo aéreo não tripulado (VANT)**

Neste ensaio o entendimento conceptual sobre o que é um VANT baliza-se na identificação de um conjunto de características específicas próprias de um veículo aéreo, por forma a permitir ao seu utilizador a possibilidade de o pilotar através de um controlo remoto.

Este tipo de veículos apresenta essencialmente dois métodos de pilotagem: i) o controlo remoto manual em tempo real, baseado na emissão de um sinal entre o veículo aéreo e um comando na posse do agente utilizador; ii) o controlo remoto programado de sistemas integrados mais complexos, normalmente utilizado para voos com trajetórias e coordenadas muito específicas. Em ambos os métodos, a utilização de sensores, radares e satélites pode ocorrer. Contudo, é no método de pilotagem baseado numa programação de sistemas integrados que ocorre um maior recrutamento destes componentes. Recentemente têm surgido formas inovadoras de controlar estes veículos (Silva, 2018: 47-48). A empresa DJI<sup>4</sup> tem desenvolvido funções de voo que revelam a possibilidade de controlar estes veículos a partir do reconhecimento de gestos corporais realizados pelo utilizador. A pilotagem de VANT também pode recorrer à utilização de óculos FPV («*First Person View*»). À semelhança de óculos de realidade virtual, estes permitem ao operador do VANT uma maior imersividade no voo, permitindo assistir à transmissão das imagens registadas por uma câmara acoplada ao VANT (DJI, 2017).

### Os “objetos suspensos”

A presença cada vez mais pronunciada do VANT no contexto aéreo urbano é um fenómeno muito comentado e debatido dos últimos anos no que respeita às transformações das dinâmicas do espaço aéreo e da cidade.

Desde o início do século XXI que a popularidade e a crescente presença do VANT no espaço aéreo tem-se caracterizado como exemplo paradigmático da alteração e adaptação àquelas que são as dinâmicas impostas pela interação entre o homem e o espaço aéreo.

Um dos passos essenciais para esta realidade de apropriação social foi o início da comercialização destes veículos para um uso pessoal e lúdico. A empresa 3DR<sup>5</sup> desempenhou um papel determinante neste processo de apropriação emergente – aplicando pela primeira vez, em 2012, esta tecnologia ao uso civil (Silva, 2018).

Atualmente o VANT estabelece uma democratização da observação dos ambientes a várias escalas, antecipando um aumento da consciência das realidades urbanas construídas ou ainda por construir. É a partir da vista aérea disponibilizada por estes objetos que a consciência da realidade urbana se altera, principalmente no campo de ação da arquitetura, onde esta observação aérea facilitada permite construir um conjunto de novos juízos e premonições sobre a cidade.

Tal como afirma Paula Melâneo (2019), “a vista aérea introduz na arquitetura uma nova fachada visível, a cobertura vai com certeza deixar de ser um mero elemento técnico para passar a ser uma nova fachada de desenho cuidado, senão um novo portal de ingresso às edificações, quando o drone se difundir como meio de transporte. A arquitetura terá de responder à funcionalidade destas máquinas.” De entre estas adaptações, a cada vez maior existência de entregas comerciais aéreas feitas com recurso a estes veículos poderá tornar imperativa a necessidade de criar “droneports”, facilitando a aterragem destes veículos em cidades bastante densificadas.

No *Elevation documentary: how drones will change cities* (Dezzen, 2018), o debate sobre o surgimento de uma nova «cidade visível» também é abordado, apresentando a cobertura como a nova e relevante face visível da cidade que precisa de ser valorizada. Também Sóla-Morales afirma que “(...) os corpos voadores, libertos de peso e de gravitação, surgem cada vez mais nas fotomontagens destes anos. (...) a relação entre o corpo e a sua envolvente física se liberta, pode “incorporar-se” em qualquer situação, em qualquer espaço (...)” (Sola-Morales, 2006: 42). Esta mudança de paradigma, onde a presença cada vez mais emergente destes objetos com capacidade de ficarem suspensos no ar conforma e confirma novas realidades e dinâmicas urbanas, provoca uma renovação de oportunidades e desafios inesperados com os quais a cidade e os seus organismos se deparam.

---

<sup>4</sup> <https://www.dji.com/pt/company>

<sup>5</sup> <https://www.3dr.com/>

## Áreas de aplicação e potencialidades

A quantidade de usos atribuídos à tecnologia do VANT tem aumentado nos últimos anos. Sendo atualmente utilizada em planeamento e construção de arquitetura, como veículo de transporte ou ferramenta de entretenimento e marketing, esta tecnologia tem-se adaptado a muitas áreas profissionais.

O VANT foi inicialmente utilizado como recurso militar. Em 1935, o aparecimento do «Havilland DH82B Queen Bee biplane» consagrou a criação do primeiro veículo aéreo militar não tripulado e remotamente pilotado. O VANT tem sido cada vez mais utilizado em cenários de conflito armado, permitindo um aumento da eficácia das operações e uma diminuição expectante das perdas humanas (Rouse, 2009).

Com a empresa 3D Robotic Inc, esta tecnologia foi introduzida pela primeira vez num contexto civil em 2012. Inicialmente foi essencialmente utilizada por empresas de segurança privada, tirando partido da tecnologia militar, facilitando a observação e vigilância de pequenas e grandes áreas a partir de um ponto de vista facilitador (Silva, 2018: 56). Pouco tempo depois, algumas empresas de transportes passaram igualmente a investigar novas oportunidades associadas às características destes veículos. Uma das inesperadas aplicações surgiu pelas mãos da empresa Amazon, em 2013 quando esta lançou um serviço inovador que consistia num novo método de entregas realizadas por drone que disponibilizava a entrega de encomendas num curto período de tempo, que se revela em alguns casos, inferior a 30 minutos (Amazon, s.d.).

Com a realidade atual dos VANT, um conjunto de novas e inesperadas interações vai ocorrer cada vez com maior frequência. Tal como evidenciado por Paula Melâneo (2019), estas novas dinâmicas poderão influenciar a conceção dos edifícios, levantando questões relativas à acessibilidade e à privacidade das atuais e futuras construções que terão de se adaptar a esta nova mobilidade aérea emergente.

Influenciando o conceito de edifício com o qual a cidade se formou e consolidou, a habitual mobilidade terrestre da cidade foi determinante na construção do conceito padrão de edifício a que nos habituámos, contudo, complementando a circulação urbana terrestre, o VANT surge como elemento fundador da mobilidade aérea da cidade.

No caso específico da Arquitetura, a utilização destes veículos surge em dois momentos indissociáveis – o projeto e a construção. Ao possibilitarem a recolha de um conjunto de dados sobre o território e locais de intervenção, estes veículos tornam-se uma ferramenta útil à prática de projeto de arquitetura. O mapeamento digital de grandes áreas é um dos recursos mais procurado associados a esta tecnologia.

No âmbito construtivo da arquitetura, o VANT também tem ganho destaque. Através da adoção desta tecnologia pela área da construção robotizada, os VANT têm sido testados em tarefas onde a sua agilidade de movimento constitui uma vantagem revolucionária relativamente aos processos construtivos atuais. Nesta área têm surgido diversas experiências que revelam a capacidade do VANT realizar tarefas úteis à prática construtiva, tais como no projeto «Flight assembled architecture», resultado de uma colaboração entre Gramazio Kohler Research, Raffaello D' Andrea e a ETH de Zurique (Etherington, 2011; Rawn, 2015).

As relações que se têm criado entre o VANT e a indústria audiovisual têm gerado um conjunto de novos enquadramentos fotográficos e videográficos que se têm repercutido nas telas de cinema, nos registos comerciais e também nas mais recentes fotografias de arquitetura<sup>6</sup>. Assumindo o VANT como uma nova ferramenta de trabalho, alguns fotógrafos de arquitetura, como os portugueses Fernando Guerra e João Morgado, têm usufruído da versatilidade de enquadramentos que esta tecnologia pode disponibilizar (Taylor-Foster, 2015).

---

<sup>6</sup> Exemplos destes casos são, entre outros, os trabalhos de vídeo turístico de diversas áreas como de Portugal (<https://www.youtube.com/watch?v=vuRGpPFLSe8>), e Lisboa (<https://www.youtube.com/watch?v=V2Vp-b6jrmA>) entre outras.

## Métodos e processos de levantamento em Arquitetura

A forma como se regista e representa a arquitetura tem vindo a transformar-se continuamente, sendo que o surgimento de novas ferramentas é a principal causa desta transformação. De facto, a evolução tecnológica disponibilizou novos e mais eficientes instrumentos de medição, como o medidor de distâncias laser ou tecnologias automatizadas como a fotogrametria digital ou o varrimento laser 3D.

Baseando-se numa recolha manual de um conjunto de dados métricos destinados a informar uma representação habitualmente planimétrica e bidimensional, os métodos de levantamento de arquitetura tradicionais apresentam uma eficiência reduzida e um conjunto de características que tornam os dados recolhidos subjetivos e incompletos. Ao imprimir tamanha simplificação da realidade, as representações geradas por processos de recolha como estes contribuem para uma imprecisão da informação gerada.

Nos métodos mais recentes de levantamento de arquitetura, a recolha de dados sobre uma matriz tridimensional tem diminuído a perda de informação e aumentado o domínio e consciência das realidades arquitetónicas. Por via do desenvolvimento tecnológico, o surgimento destas ferramentas mais otimizadas, relativas à recolha e registo de dados sobre construções e espaços de arquitetura, tem gerado um conjunto de mudanças e oportunidades que possibilitam uma mais rigorosa representação da realidade e interação entre esta e o processo de projeto.

### Métodos terrestres

Tendo como principal intuito o aumento do conhecimento sobre as realidades que se documentam, a adoção de métodos baseados em Fotogrametria Digital Terrestre (FDT) ou Varrimento Laser 3D (VL3D) constitui a mais-valia de fornecer uma informação mais completa e que requer menor grau de interpretação subjetiva, em contraste com os métodos tradicionais de levantamento.

A «democratização» deste tipo de tecnologia, através de aplicações que permitem facilmente realizar FDT a partir da câmara de um *smartphone* e daí fazer um modelo 3D de um objeto, tem ajudado no processo de familiarização destes novos sistemas tecnológicos.

A FDT pode “(...) ser classificada de acordo com vários critérios: i) a relação e distância entre a câmara e o objecto, ii) o número de imagens utilizadas, iii) o princípio operativo, iv) pelo tempo de disponibilização dos resultados da medição, e v) a área disciplinar de aplicação (...)”. (Mateus, 2012: 132). O auxílio de *software* recente permite a intersecção de um conjunto de pontos determinados em fotografias, com o objetivo de realizar uma restituição planimétrica ou tridimensional na forma de nuvem de pontos («*Point Cloud Model*» - PCM). Este processo tornou a fotogrametria um método ainda mais rápido e automatizado.

Como o registo através de fotogrametria se baseia em levantamentos fotográficos, a dependência de uma boa iluminação torna este método pouco eficaz em determinados contextos menos iluminados. Neste âmbito de ação, os levantamentos realizados a partir de VL3DT tornam-se mais convenientes. Revelando-se uma fonte de energia autónoma, o varrimento laser torna-se capaz de dispensar qualquer tipo de iluminação natural ou artificial. Considerada uma das tecnologias mais poderosas de entre os métodos de levantamento de arquitetura, o VL3DT torna-se capaz de realizar recolhas de dados bastante precisas, tornando-se versátil em registos de pequena e grande escala. A utilização de uma estação de *scan laser* com um nível de alcance maior pode permitir a captação de dados relativos a componentes espaciais posicionados a quilómetros de distância.

## Métodos aéreos

A existência de novos métodos que recorrem à utilização de plataformas aéreas tem-se mostrado uma mais-valia, permitindo uma maior rapidez e eficácia em situações de grandes áreas urbanas ou ambientes exteriores de difícil acesso e registo. Facilitando trabalhos onde a necessidade de se fazer um conjunto de fotografias aéreas se torna significativa, a Fotogrametria Digital Aérea (FDA) ou o LiDAR (*Light Detection and Ranging*) com o VANT, tornam possíveis enquadramentos fotográficos favoráveis a uma recolha mais completa de dados sobre uma determinada realidade. Enquanto a FDA usa várias fotografias para com elas obter as características geométricas e espaciais de um objeto, o LiDAR usa, para o mesmo efeito, tecnologia laser que permite detetar a distância entre o emissor e uma superfície. As restituições tridimensionais e bidimensionais realizadas a partir destes registos aéreos alteraram o tipo de escalas suportadas pela Fotogrametria Digital Terrestre, criando nuvens de pontos de grandes áreas urbanas.

Quando ainda o VANT não era um recurso tecnológico tão acessível como hoje, os registos fotográficos a partir de altitude eram realizados a partir de aviões, planadores ou balões (quando se pretendiam fotografias de alta altitude) ou com o apoio de instrumentos extraordinários ao processo habitual de FDT como gruas ou mastros de mão (em situações de fotografia de muito baixa altitude).

As imagens aéreas registadas através destes equipamentos tornam possível a reconstituição de modelos bidimensionais e tridimensionais. Com base nestes, uma quantidade elevada de informação pode informar o projeto e a própria consciência do arquiteto enquanto agente responsável pela intervenção no território.

Mesmo após a conceção do projeto de arquitetura, esta tecnologia mostra competências no que diz respeito à monitorização do projeto em construção. Tirando partido do processo rápido de registo e mapeamento, a confirmação gradual da realidade do projeto baseada na comparação deste com a realidade construída pode ajudar a minimizar incoerências entre o projeto e a sua construção de forma rápida e eficiente.

## Aplicações

A utilização desta tecnologia como método de documentação e produção de conhecimento sobre edifícios amplia a relevância deste tipo de tecnologias no âmbito da arquitetura, nomeadamente no que respeita ao planeamento de intervenções de restauro e reabilitação de construções. De facto, Rocha et al. (2020) referem que as geometrias complexas (não paramétricas) presentes em muito do património construído tiveram, até ao aparecimento destas tecnologias de levantamento, muita dificuldade em serem representadas de modo correto com as técnicas tradicionais.

Sobretudo em sistemas construtivos mais complexos, como construções em pedra, a partir do registo de todas as nervuras e juntas entre outras características construtivas como revestimentos, a recolha destas informações auxilia e contribui, por exemplo, para a avaliação de anomalias e planeamentos de conservação. Associado ao elevado rigor que este tipo de levantamentos possui, a obtenção de curvas de nível através destes levantamentos pode possibilitar ainda a realização de análises de deformações de superfícies entre outros problemas estruturais.

Os dados presentes nos modelos tridimensionais produzidos através destas tecnologias possibilitam o estudo aprofundado das realidades que são registadas. A possibilidade de converter as nuvens de pontos em superfícies tridimensionais, mapas de análise ou interpretações de projeto dita a conveniência da utilização destas bases na prática de registo, estudo e projeto em arquitetura.

A representação do território e das pré-existências (curvas de nível, perfis topográficos, plantas, cortes e alçados) baseadas no seccionamento destes modelos de nuvem de pontos em software CAD (*Computer Aided Design*) ou BIM (*Building Information Model*) torna a relação entre estas tecnologias recentes e a prática de projeto mais clara e direta, contribuindo para a autonomia da prática profissional do arquiteto.

Como base de estudo, através da inserção do modelo tridimensional de um projeto numa nuvem de pontos do contexto real de implantação – onde se verificam informações relativas a volumetrias, altimetrias, cores, texturas ou sombras –, estes PCM, produzidos através de FDA/LiDAR, facilitam a visualização do projeto no seu contexto a pequena, média e grande escala urbana.

Toda a informação digital georreferenciada destes modelos permite ainda associar ao projeto de arquitetura a sua orientação, altitude, latitude e longitude, estabelecendo uma matriz clara de caracterização da envolvente e de avaliação de exposições solares, brisas e ventos predominantes.

O caso da «*Plaza de Toros Real de San Carlos*», onde foi realizado um mapeamento aéreo com VANT, revela a eficiência desta tecnologia na documentação de uma construção – “(…), *con el material producido, se realizarán maquetas a escala, tanto conceptuales como de detalle, a los efectos de complementar la información gráfica y fotográfica (...)*” (Alvarez, 2014: 351). Já a reabilitação da Catedral de Notre Dame, após o incêndio ocorrido em abril de 2019, é um exemplo de um projeto informado através de um modelo de nuvem de pontos tridimensional (realizado com recurso à tecnologia VL3D). A existência de um modelo de nuvem de pontos tridimensional realizado antes deste incidente por Andrew Tallon permitiu a consulta, estudo e reconstrução das estruturas danificadas na catedral. (Pinto, 2019).

### **Exemplo de levantamento**

Nesta secção apresenta-se um exercício prático de FDA, que coloca em evidência os meios tecnológicos, uma metodologia de trabalho e os resultados que se obtêm através desta. Este exercício decorreu num contexto urbano situado na freguesia da Trafaria, em Setúbal.

O propósito de criar um modelo de nuvem de pontos tridimensional atendeu a possibilidade de disponibilizar uma base digital de informação sobre esta realidade, com a capacidade de gerar um conjunto de peças gráficas útil a uma metodologia de projeto de Arquitetura. Essencial na fundamentação de alguns dos conceitos expostos no decorrer deste trabalho, esta interação direta com a tecnologia VANT procurou ainda testemunhar as potencialidades operativas destes veículos aéreos num processo de representação e produção de arquitetura, evidenciando um conjunto de fenómenos caracterizadores das reais potencialidade e fragilidades desta tecnologia.

### **Metodologia**

A metodologia adotada neste exercício assumiu três fases essenciais que estruturaram todas as etapas deste levantamento. Inicialmente, o reconhecimento do *hardware* e *software* necessário ao exercício que se pertencia realizar. Nesta primeira fase foram utilizados: um equipamento VANT com uma câmara fotográfica integrada - DJI Mavic 2 Pro; duas baterias substitutas; uma unidade de armazenamento de dados micro sd de 128GB; um *smartphone* Android; e um computador.

Numa segunda fase, após proporcionadas as circunstâncias adequadas para o processo de fotogrametria, através do *software* de fotogrametria aérea DroneDeploy, iniciou-se o projeto de levantamento da zona que se pretendia restituir. Nesta etapa programou-se o mapeamento:

- realização do voo no dia 15-07-2019, às 15:00 horas
- condições meteorológicas: céu limpo, sem precipitação, com vento moderado (12 km/h).
- altitude de voo do VANT - 60 metros
- resolução do sensor: 1’’ CMOS, 20 megapixels
- perímetro do mapeamento: 1,7 quilómetros
- área do mapeamento: 14,2 hectares
- percentagem de sobreposição das imagens: frontal - 75%; lateral - 65%

Este conjunto de parâmetros definidos dentro da aplicação de mapeamento DroneDeploy permitiram calcular outros aspetos como:

- tempo de voo: 33 minutos
- a velocidade do voo de mapeamento: 5m/s
- resolução nativa da nuvem de pontos final: 1,3 cm/px
- o número de registos fotográficos: 587

Após a recolha fotográfica realizada pelo VANT pode-se constatar dois tipos de registos fotográficos: registos oblíquos ao solo (145 dos 585 registos – 25%) e ortogonais ao solo (442 dos 585 registos – 75%).

**Figura 1. Zona do mapeamento (polígono verde)**



Fonte: Elaboração própria.

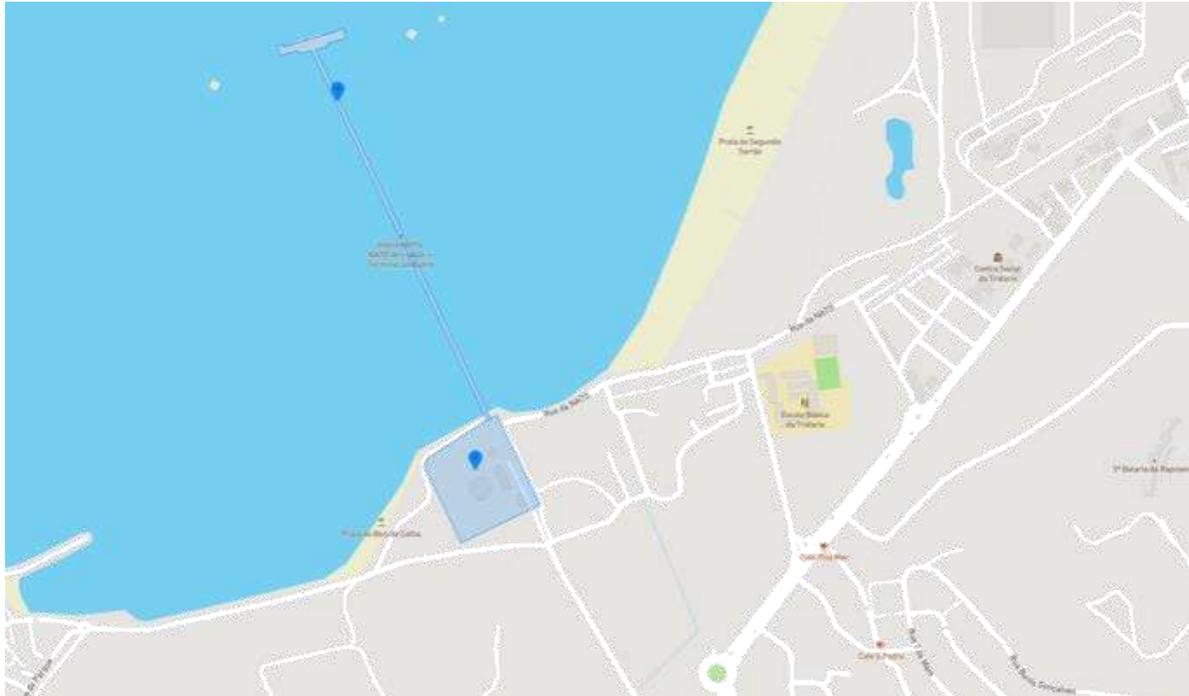
A aquisição dos dados foi feita de forma automatizada. Todo o trajeto aéreo do VANT e os registos fotográficos foram obtidos de forma autónoma pelo *software* DroneDeploy instalado no sistema do *smartphone* utilizado no mapeamento. Estando ligado ao comando do VANT, o *software* presente no *smartphone* controlou de forma integral a descolagem, aterragem, identificação/contorno de obstáculos, direções das trajetórias e a localização/enquadramento das fotografias aéreas adquiridas.

Após a recolha de todos os dados necessários no local, deu-se início à fase de processamento dos mesmos. Recorrendo ao serviço de *cloud* da mesma aplicação (DroneDeploy), fez-se o carregamento de todas as fotografias para o *site online* – responsável pelo processamento e modelação dos dados adquiridos. O carregamento de todas as fotografias no *site* da aplicação permitiu, no prazo de 5-20 horas, que o modelo fosse disponibilizado para visualização na forma de mapas e/ou modelos tridimensionais.

Conforme as condições previstas na alínea b), do n.º 3, do art.º 4.º da Lei n.º 28/2013, de 12 de abril, foi pedida e deferida a autorização de voo do VANT no portal “e-AAN”, gerido pela Autoridade Aérea Nacional (AAN). Ainda devido ao peso de 907g do equipamento Mavic 2 Pro utilizado, foi feito o seguro de responsabilidade civil

obrigatório para qualquer VANT com peso superior a 900g. Apesar de nos termos da lei estar também previsto o registo de equipamentos na Autoridade Nacional Aérea Civil (ANAC), cujo peso exceda os 250g, à data da realização deste exercício e submissão deste artigo, a plataforma destinada a estes registos ainda não se encontrava disponível.

**Figura 2. DJI, «Geo zone map», zona do caso de estudo, zona de voo restrito (retângulo azul)**



Fonte: Elaboração própria.

## **Resultados**

A disponibilização do modelo da nuvem de pontos tornou evidentes as mais-valias que estes tipos de registos podem assumir em trabalhos de Arquitetura. Elementos gráficos como plantas, alçados ou cortes ou a própria interpretação do território pode informar-se através do conjunto de informação que este modelo gerado congregava. O modelo final apresentou um elevado rigor. Uma das vantagens identificadas neste levantamento foi a georreferenciação automática do modelo gerado, incluída através dos dados recolhidos pelo VANT.

Na plataforma *online* de visualização do modelo, um conjunto de análises automáticas demonstraram as potencialidades que estes métodos de trabalho podem ter, complementando o grau de informação que um arquiteto possui sobre um determinado território e rentabilizando o seu tempo de análise. O *software* disponibilizou a visualização e exportação de um conjunto de mapas de análise, processados e produzidos através do serviço de *cloud*:

- Ortofotomapa – obtido através da combinação matemática de um conjunto de registos fotográficos ortogonais ao solo.
- Mapa de elevações («*elevation map*») – permite visualizar as elevações de um mapa a partir do modelo de superfície digital (DSM) – eficaz no mapeamento de topografia, combinando-a com vegetações e estruturas antropomórficas – e do modelo digital de terreno (DTM) – eficaz no mapeamento de topografia da superfície terrestre, descartando interferências como a vegetação e estruturas antropomórficas. Estas

informações geoespaciais são apresentadas pelo *software* DroneDeploy no sistema «WGS 84 Global Reference».<sup>7</sup>

- Mapa da «saúde vegetal» – ferramenta direcionada para a agricultura. A partir de dados NDVI (Normalize Difference Vegetation Index), que tradicionalmente mede e analisa os infravermelhos próximos e a presença de tonalidades azuis. Este método é habitualmente utilizado para medir a vegetação saudável entre outras condicionantes. Na aplicação DroneDeploy, estão disponíveis outros tipos de análise com: ENDVI, SAVI, OSAVI e RDVI – otimizadas para análises específicas.<sup>8</sup>
- O modelo tridimensional – apresentado sob a forma de nuvem de pontos ou superfície interpolada. Este modelo permite visualizar em três dimensões a realidade mapeada em formato xyz, lase ou rcp. A densidade (cm/px) e as texturas da nuvem de pontos traduzem a quantidade de informação adquirida, apresentando maior informação um modelo em que se verifica uma maior densidade de pontos e presença de texturas. Estes modelos, tal como o ortofotomapa, são obtidos através da combinação matemática de um conjunto de registos fotográficos que podem ser ortogonais e/ou oblíquos ao solo.<sup>9</sup>

Enquanto base de trabalho, os modelos de nuvens de pontos resultantes destes métodos de levantamento (FDA, LiDAR ou FDT) são um instrumento cada vez mais importante na atividade de projeto em arquitetura, desde o programa preliminar ao pós-obra.

**Figura 3. Mapeamento, geolocalização dos registos fotográficos (pontos azuis)**



Fonte: Elaboração própria.

<sup>7</sup> <https://support.dronedeploy.com/docs/calibrate-elevation-3>

<sup>8</sup> <https://support.dronedeploy.com/docs/plant-health-2>

<sup>9</sup> <https://support.dronedeploy.com/docs/3d-point-clouds-1>

**Figura 4. Ortofotomapa**



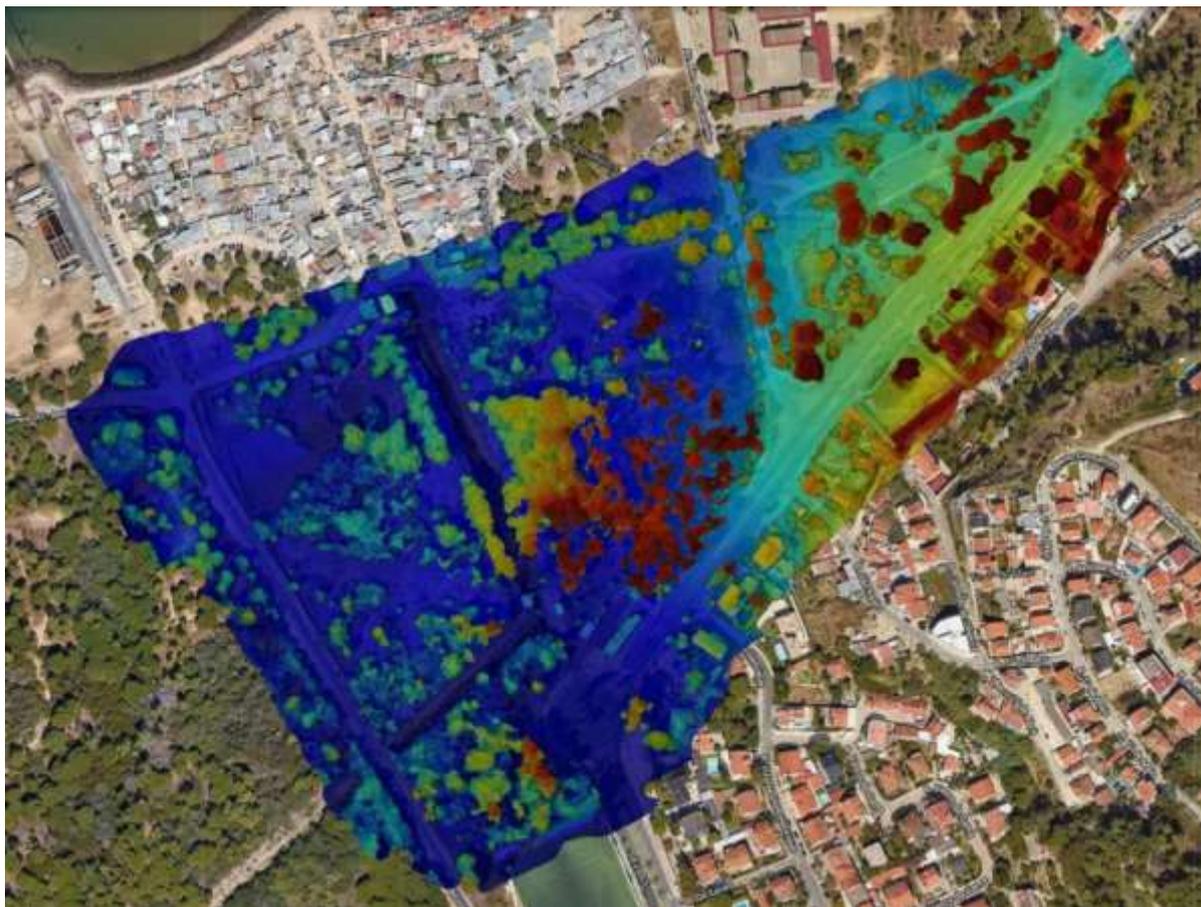
Fonte: Elaboração própria.

**Figura 5. Mapa da “saúde vegetal” (“plant health”)**



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 6. Mapa de elevações (“elevation map”) - DSM**



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 7. Modelo tridimensional, nuvem de pontos**



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 8. Modelo tridimensional aproximado, nuvem de pontos**

Fonte: Elaboração própria.

Constituída maioritariamente por massas arbóreas e estradas, a composição urbana da zona do levantamento influenciou em grande medida a qualidade do modelo gerado. Em situações como copas de árvores, a dificuldade de registar as zonas inferiores (em sombra) produziu algumas lacunas na restituição tridimensional. Pode-se concluir que o tipo de ambiente da zona de levantamento pode implicar uma maior atenção e algumas estratégias de complementação dos dados obtidos através do registo aéreo automatizado. O registo complementar de fotografias, através de uma recolha manual de fotografias específicas, poderia tornar a quantidade de dados mais rica e, por sua vez, o modelo mais completo e pormenorizado; porém, o tempo gasto nesta recolha manual torna o processo menos rápido quando comparado com uma recolha totalmente automatizada realizada unicamente através de uma programação em *software*. Atendendo a possibilidade de combinar técnicas de fotogrametria, a fotogrametria terrestre pode tornar-se um complemento útil para a riqueza e detalhe destas restituições tridimensionais. A utilização de marcas auxiliares no terreno (artificiais ou naturais), vulgarmente denominados de pontos de controlo, permite maior precisão na georreferenciação, associando a esta fatores complementares de escala e orientação.

O cálculo automático baseado nos parâmetros que são inicialmente definidos pelo usuário dentro do *software* – como a altitude de voo do VANT, a área do mapeamento ou a percentagem de sobreposição das imagens – permitem obter uma estimativa do modelo final resultante. Devido a estas estimativas, antes do início da obtenção de dados no local, torna-se possível o conhecimento do tempo de voo necessário para a aquisição de imagens, o número total de registos fotográficos, bem como a resolução nativa do futuro PCM. Este facto possibilita realizar um planeamento mais exato e controlado do mapeamento, evitando algumas correções posteriores e tornando a ação mais eficiente e eficaz. Desta forma, os resultados obtidos neste exercício aproximaram-se bastante dos objetivos propostos.

## **Especulação futura**

### **Evolução e sucessão**

A aplicação de conhecimento da área da neurociência tem-se fundindo com as atuais formas de controlo destes veículos aéreos, equacionando a possibilidade de controlar e pilotar estes veículos através de estímulos cerebrais (Dearen, 2016). Por outro lado, ambicionando uma cada vez maior segurança no que diz respeito à presença destes veículos nas cidades, a existência de um sistema de informação mais completo que contemple um maior número

de variáveis relativas ao tráfego aéreo poderá ajudar a tornar a circulação e autonomia de voo destes veículos menos dependentes de uma pilotagem humana manual. À semelhança do que já acontece com os sistemas de condução autónoma de veículos automóveis, procurando uma cada vez maior autonomia relativa à circulação aérea destes veículos, têm-se desenvolvido aplicações de inteligência artificial aplicadas à análise e previsão de obstáculos, com o objetivo de diminuir cada vez mais a margem de erro humano e por sua vez os acidentes que daí decorrem. As aplicações inesperadas em que estas aeronaves têm sido utilizadas têm revelado um conjunto de possibilidades rizomáticas, abrindo um leque de oportunidades ainda por descobrir (Cheng, et al., 2018: 4).

Refletindo sobre a crescente facilidade de aquisição e utilização deste tipo de veículos, os sistemas de privacidade que hoje conhecemos também serão afetados. O uso «livre» destas aeronaves e a possibilidade de observar e alcançar sítios indevidos poderá constituir um problema na forma como as cidades hoje estão pensadas. Tornando-se possível a observação do interior de qualquer casa a partir de uma janela, mesmo que situada num andar alto, os sistemas de privacidade tornam-se fraudáveis e inesperados face à situação até agora vigente. Em pontos como este, os arquitetos desempenharão um importante papel, repensando e equacionando as novas formas de interação entre VANT, cidadãos e arquitetura.

Muito embora as restituições tridimensionais realizadas a partir da fotogrametria ou do varrimento laser não tenham ainda associadas uma inteligência artificial direcionada para a análise dos registos, algumas marcas de *software* têm tentado desenvolver algoritmos capazes de realizar uma interpretação automática destas nuvens de pontos. Uma das ambições é que, no futuro, o *software* consiga introduzir informações em alguns segmentos de nuvem – indicando a existência de paredes, corredores, compartimentos, etc.

Também ao nível da integração com o BIM, a eficiência de transformação dos dados obtidos em modelos paramétricos BIM é ainda uma área com muitos aspetos por resolver. Este assunto é de particular interesse para a área da reabilitação do património para a qual é urgente o desenvolvimento de um *Historic Building Information Modelling* (HBIM) que permita o desenvolvimento de modelos BIM consistentes e que tragam reais benefícios para este tipo de intervenção (Rocha, 2020).

A integração destes modelos com a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) revela hoje um conjunto de possibilidades inovadoras que permitem, por exemplo, navegar de modo imersivo numa nuvem de pontos experimentando o modelo com uma noção de presença em escala real (Gomes et al, 2020).

### Ética e tecnologia

Na avaliação ética relativa à disponibilização e utilização de novos recursos tecnológicos, a relação que se estabelece entre a tecnologia e a sociedade evidencia-se como um dos grandes tópicos relevantes. A hesitação da sociedade sobre as inovações tecnológicas e, particularmente, sobre o potencial que estas têm de alterar as circunstâncias onde ocorrem, torna-se um importante ponto de discussão, sobretudo quando a utilização da tecnologia denuncia a sua capacidade de violar liberdades individuais, entre outros direitos estabelecidos.

Fundamentada pela ambição social de aumentar a qualidade de vida por via da mobilidade, segurança, higiene urbana, entre outros fins, as inovações tecnológicas sempre se relacionaram com os grandes avanços da sociedade. Contudo, o seu questionamento revela-se importante e necessário na evidência dos seus desequilíbrios. É necessária uma avaliação relativa às tecnologias emergentes, onde tópicos como a «segurança pública», a «privacidade», a «lei» e a «proteção de dados» se mostram ameaçados (Nelson and Gorichanaz, 2016: 3).

Na discussão sobre ética associada à tecnologia são habitualmente abordadas temáticas relativas à forma como a tecnologia interage com os sistemas quotidianos. De acordo com Salvini, (2017: 283), a concordância da realidade tecnológica com um conjunto de âmbitos sociais torna-se tão ou mais significativa do que as capacidades técnicas intrínsecas à tecnologia.

No caso específico dos VANT, a sua natureza formal e a forma de atuação distante do operador é uma questão potencialmente problemática (Salvini, 2017: 279). A desresponsabilização do utilizador baseada na distância física

entre ele e estas aeronaves torna necessária a existência de sistemas otimizados para a identificação e responsabilização de utilizadores que ajam fora dos pressupostos éticos e legais (Finn e Wright, 2016). No debate sobre a regulação da tecnologia e a normalização do seu uso sobre um ponto de vista ético, a privacidade e a segurança relevam-se como as duas problemáticas fundamentais que, principalmente no caso específico do VANT, se tornam predominantes.

Para Salvini (2017), ao potenciar um conjunto de eventos imprevistos, a tecnologia do VANT torna evidente a vulnerabilidade da sociedade e dos seus organismos a novos contextos potenciados por inovações tecnológicas tão disruptivas como esta. O impacto que os VANT têm na privacidade e segurança de todos é revelador de uma mudança de paradigma, onde a presença destes equipamentos disponibiliza novas formas de registo e interação. O impacto na privacidade torna-se claro com o surgimento de uma grande quantidade de registos que, intencionais ou involuntários, caracterizam uma recolha abusiva de informação na grande maioria dos casos.

A ética exerce a sua influência nas decisões do poder político e legislativo, questionando e elevando a consciência sobre temáticas como as inovações tecnológicas e a forma como estas interagem com os contextos sociais. A criação de regulamentos sobre a utilização de tecnologias (como os VANT) torna-se fulcral para a aprovação ética do seu uso, tornando mais otimista a confiança que a sociedade tem na tecnologia.

## Conclusão

Neste estudo, a analogia entre o surgimento dos primeiros veículos aéreos e a transformação do olhar do Arquiteto sobre o território contextualiza o VANT como o produto de uma evolução contínua relativa aos veículos aéreos desde o século XIX. Promovendo um enquadramento histórico sobre o posicionamento específico desta tecnologia na área disciplinar da Arquitetura, este trabalho revela os principais pontos onde os veículos aéreos efetivam uma mudança de paradigma, configurando uma transformação da atividade conceptual do arquiteto através de uma circunstância de locomoção e observação aérea.

Podendo assumir-se como parte integrante da metodologia de trabalho em Arquitetura, a utilização de equipamentos como o VANT irá generalizar-se ainda mais nos próximos anos, assumindo uma importância cada vez maior no conjunto de ferramentas de um profissional de arquitetura.

“As simulações disponibilizadas pelos novos suportes e tecnologias significam, pela primeira vez na história da representação arquitectónica, a possibilidade de ter um projecto, de modo integral, passível de experimentação na escala 1:1 (em lugar da construção de uma maquete/protótipo à escala real)” (Melâneo, 2019).

O facto de se poderem extrair rapidamente desenhos técnicos (como plantas, cortes e alçados) de uma forma expedita, ou mesmo visualizar modelos tridimensionais de forma imersiva (p.e. através de RV) ainda numa fase de estudo prévio do projeto, revoluciona os processos convencionais de intervenção. A acrescentar a isto, o facto de nestes modelos se verificarem pistas sobre texturas e estados de conservação, revoluciona também a capacidade de importar para o âmbito digital dos nossos computadores uma realidade mais próxima do mundo real – alterando a forma como vemos e reconhecemos as coisas que nos rodeiam. Ainda a específica compatibilidade destas restituições tridimensionais com *software* CAD ou BIM aumenta a prospeção do seu uso nas práticas profissionais de Arquitetura onde estes dois tipos de *software* são amplamente utilizados. Abrem-se assim novas possibilidades e permite-se a integração de uma maior inteligência nas restituições de modelação tridimensional.

A fotogrametria a partir de VANT permite uma maior versatilidade assim como possibilita registos detalhados e completos, mesmo em situações onde não existe iluminação. Ainda, a rapidez aliada ao grande rigor da execução de uma representação através do processo de fotogrametria torna também este processo economicamente favorável apesar do custo da tecnologia.

No caso da fotografia aérea de arquitetura, o «olho» do arquiteto ou do fotógrafo de arquitetura torna-se essencial na comunicação fotográfica do projeto ou do contexto que se pretenda retratar, i.e. toda a tecnologia utilizada

nestas aeronaves é complementada pela experiência do utilizador que, antecipando cenários de aplicação desta, torna o seu uso mais adequado e eficaz.

Hoje, a democratização desta tecnologia revela-a como uma ferramenta exponencialmente mais acessível, promovendo processos de trabalho mais rápidos e com resultados surpreendentes onde o registo e análise de informação útil com um elevado rigor se torna mais fácil de obter, interpretar e comunicar.

A conciliação da liberdade de interpretação com o rigor de tecnologias como o VANT pode assumir novas metodologias de trabalho em Arquitetura, desenvolvendo novas formas de conceber e comunicar o projeto. Uma das áreas em maior evidência neste processo de comunicação de arquitetura por via do VANT é a Fotografia, dando destaque à vista aérea como um dos modos basilares de representação realizada atualmente por estes veículos. Premiado com um Leão de Ouro em 2018, Eduardo Souto de Moura socorreu-se de duas fotografias aéreas para representar um dos seus projetos de arquitetura localizado no Alentejo – uma fotografia da sua pré-existência e outra do projeto já concluído. A sua premiação refletiu sobre a simplicidade adotada na representação do projeto, cingindo-se ao ponto de vista aéreo como leitura total do edifício em que interveio (Salema, 2018).

### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer os comentários construtivos dos revisores que permitiram aumentar a qualidade do artigo.

### Referências

- Amazon (s.d.) *Amazon Prime Air*, disponível em <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>. Acedido em 30 de abril de 2020.
- Alvarez, M.P. (2014) Relevamiento con drones; el caso Real de San Carlos. Drone mapping; case study: Real de San Carlos, Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, disponível em [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2014\\_271](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2014_271).
- Cheng, N., Xu (et al.) (2018) “Air-Ground Integrated Mobile Edge Networks: Architecture, Challenges and Opportunities”, *arXiv*, disponível em <https://arxiv.org/pdf/1804.04763.pdf>.
- Le Corbusier (1987) *Aircrafts*, Marseille: Parenthèses.
- Le Corbusier (1925; 1987) *The Decorative Art of Today*, Londres, The Architectural Press.
- Dearen, J. (2016) “Mind-controlled drones race to the future”, Florida: Herbert Wewtheim College of Engineering, disponível em <https://www.eng.ufl.edu/newengineer/news/mind-controlled-drones-race-to-the-future/>.
- Decreto Lei nº 28 de Juho de 2018. *Diário da República*, Série I – N°140.
- DJI (2017) “Introducing the DJI Digital FPV System”, Youtube, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=PKggf17m4SE>.
- Espuche, A.G. (1994) “La Ciudad como “Object Trouvé”, in J. Dethier, A. Guiheux (eds.), *Visiones Urbanas Europa 1870-1993: La ciudade del artista, La ciudade del arquitecto*, Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, Madrid, Electra.

Etherington, R. (2011) “Flight Assembled Architecture by Gramazio & Kohler and Raffaello d'Andrea”, *DEZEEN*, disponível em <https://www.dezeen.com/2011/11/24/flight-assembled-architecture-by-gramazio-kohler-and-raffaello-dandrea/>.

Finn, R.L., Wright, D. (2016) “Privacy, data protection and ethics for civil drone practice: A survey of industry, regulators and civil society organisations”, London: Trilateral Research Ltd., disponível em <https://daneshyari.com/article/preview/467426.pdf>.

Forty, A. (2006) “Design industrial e prótese”, in R. Afonso, G. Furtado (eds.) *Arquitectura: Máquina e Corpo*, Porto: FAUP.

Giedion, S. (1969) *Mechanization takes command*, New York: W.W. Norton.

Guiheux, A. (eds.), *Visiones Urbanas Europa 1870-1993: La ciudad del artista, La ciudad del arquitecto*, Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, Madrid, Electra.

Gomes, J., Eloy, S., Silva, N.P., Resende, R., Dias, L. (2020, forthcoming) *A quasi-real virtual reality experience: point cloud navigation. In Artificial Realities: Virtual as an aesthetic medium in architecture ideation*.

Leach, N. (2016) “Esqueçamos Heidegger”, in R. Afonso, G. Furtado (eds.), *Arquitectura: Máquina e Corpo*, Porto: FAUP.

Lei nº 23 de abril de 2018. *Diário da República*, Série I.

Lista, G. (1994) “Visiones Aeropictóricas”, in J. Dethier, A. Guiheux (eds.), *Visiones Urbanas Europa 1870-1993: La ciudad del artista, La ciudad del arquitecto*, Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, Madrid, Electra.

Mateus, L.M.C. (2012) Contributo para o Projecto de Conservação, Restauro e Reabilitação: Uma Metodologia Documental baseada na Fotogrametria e no Varrimento Laser 3D Terrestres - volume 1 e 2, Douturamento em Arquitectura, Lisboa, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.

Melâneo, P. (2019) “Ferramentas para a arquitectura na 4.<sup>a</sup> revolução industrial”, *J-A*, nº 259, disponível em <http://www.jornalarquitectos.pt/pt/jornal/projecoos-de-futuro/ferramentas-para-a-arquitectura-na-4-revolucao-industrial>.

Montaner, J.M. (2006) “Sistemas de objectos: organismos e máquinas”, in R. Afonso, G. Furtado (eds.), *Arquitectura: Máquina e Corpo*, Porto: FAUP.

Nelson, J., Gorichanaz, T. (2016) “Trust as an ethical value in emerging technology governance: The case of drone regulation”, London: Trilateral Research Ltd., disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X18301854?via%3Dihub>.

Pinto, P. (2019) “Modelo 3D ajudará a reconstruir a Catedral de Notre Dame de Paris”, *PPLWARE*, disponível em [https://pplware.sapo.pt/informacao/modelo-3d-notre-dame/?fbclid=IwAR3FuDIT-TCQHAZvDu4WMBR5ifPDbccmj1Mk\\_TokT3io\\_2HRwtm9F8CaMko](https://pplware.sapo.pt/informacao/modelo-3d-notre-dame/?fbclid=IwAR3FuDIT-TCQHAZvDu4WMBR5ifPDbccmj1Mk_TokT3io_2HRwtm9F8CaMko).

Rawn, E. (2015) “The Three-Dimensional City: How Drones Will Impact the Future Urban Landscape”, *Archdaily*, disponível em <https://www.archdaily.com/583398/the-three-dimensional-city-how-drones-will-impact-the-future-urban-landscape/>.

Rocha, G. et al. (2020) “A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings”, *Heritage*, pp 47-65.

Rouse, M. (2009) “drone (UAV)”, *Techtarget*, disponível em <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/drone>.

Salema, I. (2018) *Bienal de Veneza atribui Leão de Ouro a Souto de Moura pela radicalidade de um gesto simples*, Veneza: Público.

Salvini, P. (2017) “Urban robotics: Towards responsible innovations for our cities”, Pisa: The BioBiotics Institute, Scuola Superiore Sant’Anna, disponível em <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0921889016303505/first-page-pdf>.

Silva, N.P. (2018) *A construção robotizada em Arquitectura*. Dissertação de mestrado em Arquitectura, Lisboa, ISCTE.

Solá-Morales, I. (2006) “Corpos ausentes”, in R. Afonso, G. Furtado (eds.), *Arquitectura: Máquina e Corpo*, Porto: FAUP.

Taylor-Foster, J. (2015) “The Power Of The Plan: Drones And Architectural Photography”, *Archdaily*, disponível em <https://www.archdaily.com/591341/the-power-of-the-plan-drones-and-architectural-photography/>.