



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA E ADMINISTRAÇÃO PENITENCIÁRIA
SUPERINTENDÊNCIA DA ACADEMIA ESTADUAL DE SEGURANÇA PÚBLICA**

OLEGÁRIO AUGUSTO DA COSTA OLIVEIRA

**UTILIZAÇÃO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (DRONES)
NA PRODUÇÃO DE ORTOFOTOS E MODELOS 3D NA ÁREA FORENSE**

GOIÂNIA

2017

OLEGÁRIO AUGUSTO DA COSTA OLIVEIRA

Artigo apresentado ao CEGESP2017, da Secretaria de Segurança Pública e Administração Penitenciária, em cooperação técnica com a Universidade Estadual de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Segurança Pública.

Orientador: Prof. Maj. Geyson Alves Borba
Co-orientador: Nikolas Christopher Charalabopoulos
Co-orientador: Prof. Walker Toledo Duarte.

Data da Aprovação: ____/____/____

Prof: Esp. Geyson Alves Borba

Profa. Esp. Nélia Cristina Pinheiro Finotti

Prof. Esp. Márcio Antônio da Costa Santos

GOIÂNIA

2017

UTILIZAÇÃO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (DRONES) NA PRODUÇÃO DE ORTOFOTOS E MODELOS 3D NA ÁREA FORENSE

Olegário Augusto da Costa Oliveira ¹

RESUMO

As ciências forenses se ocupam em utilizar-se da tecnologia e dos conhecimentos acerca das leis da natureza na investigação criminal. Com o intuito de chegar o mais próximo possível da verdade dos fatos, o perito criminal faz uso de uma série de equipamentos para medir, analisar e perenizar o palco do evento criminoso. Dentre tais equipamentos estão câmeras fotográficas, scanner 3D e, mais recentemente, as aeronaves remotamente pilotadas (ARP, popularmente conhecidas como drones) com sensores imageadores acoplados. As ARPs, ou RPAs (do inglês), possibilitam ao perito criminal uma nova perspectiva, tendo a possibilidade de analisar a cena por ângulos antes somente possíveis com sobrevoo de helicóptero, cujo custo tornava esse método contraproducente. Para além da mera fotografia aérea, também denominada aerolevantamento ou aerofotografia, há muitas décadas vem sendo desenvolvida a técnica de aerofotogrametria. A aerofotogrametria consiste no levantamento do local por meio de dezenas, centenas ou milhares de fotografias aéreas utilizadas para a produção de uma ortofoto e/ou um modelo 3D do local estudado, assim como o faz o scanner 3D. A presente pesquisa visa analisar a utilização das ARPs na perícia criminal e algumas das possibilidades de utilização desses equipamentos, além de apresentar trabalhos já realizados com a utilização dessa ferramenta pela Polícia Técnico-Científica do Estado de Goiás.

Palavras-chave: drone. RPA. ARP. perícia criminal. tecnologia forense.

ABSTRACT

Forensic science is concerned with using technology and knowledge about the laws of nature in criminal investigation. With the intention of getting as close as possible to the truth of the facts, the criminal expert makes use of a series of equipment to measure, analyze and perpetuate the scene of the criminal event. Among such equipment are cameras, 3D scanners and, more recently, remotely piloted aircraft (ARPs, popularly known as drones). ARPs, or RPAs, provide the criminal expert with a new perspective, being able to analyze the scene from previously only possible angles with helicopter overhang, the cost of which rendered this method counterproductive. In addition to mere aerial photography, also known as aerial surveying or aerial photography, the aerial-photogrammetry technique has been developed for many decades.

¹ Perito Criminal do Estado de Goiás, graduado em Biologia pela Universidade Estadual de Goiás e Especialista em Gestão em Química do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás.

Aerophotogrammetry consists of surveying the site through tens, hundreds or thousands of aerial photographs used to produce an orthophoto and / or a 3D model of the site studied, just as the 3D scanner does. This paper aims to analyze the use of ARPs in the criminal investigation and some of the possibilities of using these equipments, besides presenting works already done with the use of this tool by the Technical and Scientific Police of the State of Goiás.

Keywords: drone. RPA. ARP. criminal expertise. forensic technology.

INTRODUÇÃO

O sonho que o homem tem de voar o acompanha desde os primórdios da humanidade. O mito de Ícaro e Dédalo comprova esse sonho humano que enseja outro sonho, o de enxergar o mundo por uma outra perspectiva além daquela usual, o sonho de ver além.

Essa vontade humana de voar e de enxergar o mundo “por cima” levou inventores de todas as épocas a criarem “máquinas de voar”. Entre os mais famosos inventores de tais máquinas estão Leonardo da Vinci, os irmãos Wright e o brasileiro Santos Dumont. Hoje voar é uma realidade para o homem por meio de várias máquinas por ele criadas, aviões, helicópteros, asas deltas, *paragliders*, dentre outros. E o sonho de ter uma visão em uma perspectiva não usual é permitida pelas aeronaves não tripuladas, os drones.

Assim como a criação da máquina fotográfica produziu uma revolução na investigação criminal, possibilitando a “perenização” das cenas de crime e de seus vestígios, o surgimento dos drones e sua popularização levam a investigação criminal a um novo patamar. O perito criminal pode agora, por meio desses equipamentos, colocar-se em pontos que não conseguiria antes da popularização dos drones e fotografar, produzir vídeos, produzir ortofotos e gerar modelos 3D das cenas de crimes. Desse modo, com essa nova ferramenta às mãos, a perícia criminal ganha ao poder fotografar a cena de crime, que por vezes se estende por uma grande área, de cima.

As fotografias servem para auxiliar o perito na análise dos vestígios do corpo de delito, sua disposição no cenário, forma, quantidade, dentre outros aspectos pertinentes ao caso concreto. Uma ocorrência de trânsito, um crime ambiental, um crime contra a pessoa que tenha um local relacionado relativamente próximo (a poucas quadras) do local imediato, uma ocorrência de encontro de cadáver morto por afogamento e que o corpo ainda esteja na água, são alguns exemplos de ocorrências de interesse pericial nas quais a utilização de drones para se fazer as imagens aéreas se mostra de muito proveito. Essa possibilidade de fotos a partir do alto, além de auxiliar o perito criminal na confecção do laudo, também servirá ao judiciário que

poderá visualizar o palco dos eventos de uma maneira ampla, bem como a localização dos vestígios na imagem.

Para além da fotografia aérea, aerolevanteamento fotográfico, os drones ainda permitem que sejam produzidas ortofotos, por meio da aerofotogrametria, e modelos 3D dos locais de crime. A partir das ortofotos o perito criminal pode realizar quaisquer medidas necessárias tais como distância, área, volume. Pode também ver a cena por qualquer perspectiva, em busca de elementos de convicção que embasem suas conclusões no seu laudo. Além de poder, o perito criminal, enviar todos esses elementos produzidos (fotos, vídeos, ortofotos, modelos 3D) a partir do sobrevoo com drone para a autoridade policial, para o Ministério Público e para a autoridade julgadora, que terão a seu dispor uma farta gama de material probatório e um maior entendimento sobre a cena do crime em si e a localização dos vestígios com suas respectivas coordenadas.

O presente trabalho pretende estudar as normas aplicáveis ao uso de RPAs em perícias criminais e verificar as reais funcionalidades do emprego desses equipamentos na investigação pericial bem como as suas possíveis limitações tanto em campo quanto em relação aos dados levantados a serem utilizados por meio do estudo de levantamentos realizados por peritos criminais da Polícia Técnico-Científica do Estado de Goiás.

1 DESENVOLVIMENTO

“É de longa data o conhecimento, na doutrina processual pátria, da alegoria de que os peritos ‘são os olhos técnicos do juiz’” (CARVALHO JÚNIOR, 2012, p. 199). Como o juiz não pode se deslocar à cena do crime e avaliar os vestígios deixados no palco do evento tido como criminoso, cabe ao perito criminal a tarefa de examinar o corpo de delito. Segundo Rosa (2015, p. 7), “o vestígio que, após devidas análises, revela, técnica e cientificamente a sua relação com o fato” passa a ser considerado uma evidência. Quando essa evidência é levada em juízo ela passa a ser denominada indício ou prova, a depender da doutrina, e “são as provas os principais elementos de convencimento do juiz” (CARVALHO JÚNIOR, 2015, p. 184).

O levantamento fotográfico se faz obrigatório em casos de morte violenta, segundo o Código de Processo Penal brasileiro (CPP) em seu artigo 164 (BRASIL, 1941). Esse artigo obriga o perito criminal a fotografar o(s) cadáver(es) na(s) posição(ões) em que for(em) encontrado(s) e que, sempre que possível, fotografe todas as lesões externas e os vestígios deixados no local do crime.

Apesar da não obrigatoriedade de se fazer um levantamento fotográfico de todo o cenário, a legislação brasileira faculta ao perito criminal a possibilidade de se fazer ou não levantamento fotográfico nos crimes em que não existam vítimas fatais por meio do Art. 169 do CPP que diz:

Para o efeito de exame do local onde houver sido praticada a infração, a autoridade providenciará imediatamente para que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, **que poderão instruir seus laudos com fotografias**, desenhos ou esquemas elucidativos. (BRASIL, 1941, p. 47, grifo nosso)

Porém, com o advento da fotografia digital, essa faculdade concedida ao perito criminal veio por terra. Para Rosa (2015, p. 12), o perito deve “registrar obrigatoriamente todos os cômodos e ambientes, independentemente de se constatarem vestígios ou [sic] em cada um deles”.

Ainda sobre a necessidade da fotografia no laudo, Rosa (2015, p. 83, grifo nosso) ressalta que:

outra função de significativa relevância do levantamento fotográfico é perenizar a imagem do estado de coisas verificado no local, já que o perito pode ser solicitado, muito tempo depois do fato, a esclarecer dúvidas em relação a novos elementos suscitados no processo investigatório, **sendo as fotografias instrumento de inequívoco valor** para o estudo necessário ao esclarecimento das questões formuladas.

Desse modo, percebe-se o quão importante é, para o perito criminal e para a qualidade do laudo que este produz, um bom levantamento fotográfico do local e a documentação do corpo de delito por meio do registro de imagens de forma mais completa possível.

Aragão, Kleinübing e Neto (2015) corroboram a importância da fotografia no que concerne aos crimes de trânsito recomendando que o registro por meios fotográficos e de filmagens seja realizado antes que se altere o local do crime de trânsito.

Além do registro fotográfico completo do palco do evento tido como criminoso, o perito criminal deverá sempre confeccionar um croqui com o levantamento topográfico, que consiste na “amarração” dos vestígios (ROSA, 2015). Ou seja, o perito deverá indicar as localizações dos vestígios em uma cena de crime relativas a um ponto de amarração em um dado sistema de coordenadas.

É importante salientar que o crime se dá no espaço e no tempo. O conhecido Heptâmetro de Quintiliano, ferramenta aplicada para a apuração de um fato, estabelece a determinação de tempo e espaço em duas de suas sete perguntas: “quando?” e “onde?”. Cabe, portanto, ao perito criminal indicar, entre outras coisas, “onde” ocorreu o fato tido como delituoso. Para tal, o perito pode tanto utilizar o endereçamento do local (caso exista), as coordenadas geográficas ou qualquer outro meio que possa referenciar espacialmente o palco do evento tido como criminoso. Dentre tantos meios para a localização espacial do evento criminoso, bem como dos vestígios a ele associados, temos os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Segundo Burrough e McDonnell (1998, apud Miranda 2015), “um SIG pode ser definindo como um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar sob demanda, transformar e mostrar dado espacial do mundo real”. Os SIGs devem ser obtidos de acordo com a necessidade, que vão desde análises de solo à análise estatística de dados geográficos. Devido ao grande número de usuários destes sistemas encontram-se SIGs desenvolvidos para atividades específicas, como o “sistema de informações policiais” (MIRANDA, 2015. p. 25).

Os Sistemas de Informações Geográficas tornam-se imprescindíveis na atividade policial, por exemplo, quando se estudam a evolução das “manchas criminais” em determinada área. Por meio de um SIG, desenvolvido com essa finalidade, é possível analisar que tipo de crime está acontecendo em determinada região, qual o horário do dia e em que dia da semana ocorre com maior frequência, qual é o gênero preferencial de vítima, entre outros dados de interesse policial (tanto de caráter preventivo quanto de caráter investigativo). De posse de tais informações georreferenciadas, os gestores da Segurança Pública podem tomar decisões fundamentadas e obter maior eficiência “na tentativa de buscar solução para as perguntas: em que local, como e quando o evento criminal ocorreu? Quais as suas causas? Como combater-lo?” (GOIÁS, 2013. p. 142).

De maneira simples pode-se dizer que em um Sistema de Informações Geográficas os atributos (dado não espacial – fotos, qualidade do solo, incidência de crime, gênero da vítima etc.) são associados a coordenadas espaciais (dados espaciais).

A importância dos Sistemas de Informações Geográficas para a atividade pericial é explicitada por Alves (2014, p. 407):

As ciências forenses, por considerarem em suas análises o contexto do ambiente e a localização de um fato investigado, beneficiam-se do geoprocessamento na busca pela verdade e da eficiência da produção da prova material. O geoprocessamento pode também ser utilizado como ferramenta de planejamento e gestão ao especializar a informação de interesse das instituições de criminalística.

Alves (2014, p. 408) amplia a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas no campo das perícias criminais ao associar a tais sistemas as tecnologias de sensoriamento remoto e de posicionamento via Sistema de Navegação Global por Satélites (GNSS):

Com o auxílio de tecnologias de sensoriamento remoto, de sistemas de informações geográficas (SIG) e posicionamento via GNSS, largo espectro de perícias pode ser realizado, diminuindo a duração dos exames de local e ampliando a compreensão de fenômenos associados, notadamente, aos crimes ambientais.

Embora o estudo das aplicações do posicionamento via GNSS, dos Sistemas de Informações Geográficas e do sensoriamento remoto para a demanda pericial tenham sido inicialmente a crimes ambientais, hoje percebe-se que “os exames de local que exigem descrição detalhada dos componentes da cena do crime podem ser auxiliados pelas imagens com alta resolução espacial” (ALVES, 2014, p. 408). Deste modo, a utilização de dados georreferenciados é importante para qualquer tipo de exame pericial em que o fato tido como criminoso tenha ocorrido em área aberta, na qual os vestígios encontram-se dispersos, implicando em menor tempo de permanência da equipe pericial no local do crime realizando amarrações para a distribuição espacial de todos vestígios.

O sensoriamento remoto refere-se ao levantamento de informações de um determinado local à distância, sem a necessidade de se ir até o local para a tomada de dados. Essa tomada de dados por sensoriamento remoto “é realizada analisando-se a interação da energia eletromagnética com a superfície deste” (ALVES, 2015, p. 409). São exemplos de sensores remotos os satélites que orbitam o planeta terra, os

sensores acoplados em aeronaves tripuladas e os sensores acoplados em aeronaves não tripuladas, como as aeronaves remotamente pilotadas (RPAs). Tais sensores são apropriados para a captação de energia eletromagnética refletida ou emitida de cada alvo no solo, possibilitando a discriminação dos materiais, formas, objetos, texturas, temperaturas, a depender do sensor acoplado (ALVES, 2015).

Os sensores podem ser classificados como ativos (denominados RADAR – *Radio Detection and Ranging*) ou passivos (monocromáticos, multiespectrais, hiperespectrais e pancromáticos). “Os sensores passivos mais tradicionais são as câmeras fotográficas, empregadas em imageamento aéreo desde o início do século XX” (ALVES, 2015, p. 418).

Por meio desses sensores remotos, câmeras fotográficas, acoplados às RPAs pode-se produzir uma sequência de dezenas a milhares de fotografias aéreas georreferenciadas (longitude, latitude, altitude e ângulo do sensor em relação à linha de voo) que, quando sobrepostas, formam um mosaico ortorretificado, ou seja, uma ortofoto (do grego *orthós*: correto, exato). “Uma ortofoto é uma fotografia que mostra imagens de objetos em suas posições ortográficas verdadeiras” (CAMPITELI, 2017). Logo, a partir de uma ortofoto pode-se aferir, por exemplo, distâncias, áreas, volumes alturas, elevações e inclinação de terreno.

Além da produção de ortofotos, a fotogrametria, que “é a ciência que se utiliza de imagens para se fazer medidas” (Variação de GSD, 2017), permite-nos confeccionar modelos 3D do ambiente real examinado. Essa possibilidade de modelagem 3D a partir de fotos feitas com RPAs é possível pelo efeito estereoscópico produzido pela sobreposição de diferentes imagens realizadas a pequenas distâncias conhecidas umas das outras (NETO, 2017).

Uma vez realizada a modelagem 3D do espaço do palco do evento tido como criminoso o produto de saída pode ser estudado sob qualquer ângulo, analisando perspectivas que podem auxiliar na determinação da dinâmica do crime, avaliar se teriam sido necessários mais de um perpetrador, em crimes de trânsito têm-se todos os vestígios e suas distribuições espaciais perenizadas de modo virtual em três dimensões. Para visualização do objeto 3D podem-se utilizar *softwares* como o 3D Builder®, que é um aplicativo para visualização de objetos em três dimensões gratuito para usuários Windows 10®, ou ainda, pode-se imprimir em escala o local de crime

utilizando-se uma impressora 3D para os casos em que se julgue relevante tal procedimento para a compreensão exata da cena do fato tido como delituoso por parte do judiciário.

Contudo, a precisão dos dados de saída (a ortofoto e/ou o modelo 3D do local do evento tido como delituoso) dependerá da qualidade dos dados de entrada, ou seja, o SIG é o que chamam de “sistema GIGO (*Garbage in, garbage out* = Entra Lixo, Sai Lixo)” (MIRANDA, 2015, p. 38). E a precisão de tais dados depende, entre outros fatores, da acurácia do sistema de GNSS embarcado na aeronave. “Porém, a precisão de um GPS de navegação é em torno de 5 a 10 metros” (NETO, 2015).

Para corrigir esses erros são utilizados pontos de controle e pontos de verificação. Tanto os pontos de controle quanto os pontos de verificação são tomados como pontos de coordenadas conhecidas, georreferenciadas por GPS geodésico (GPS com precisão na casa do milímetro). Os primeiros serão utilizados para a correção da precisão do georreferenciamento da ortofoto e os segundos para a verificação do produto final (Neto, 2017).

O perito criminal não pode abrir mão de buscar por novas tecnologias assim como ocorreu na troca da fotografia analógica pela digital, que tirou do perito a limitação de quantidade de fotos. Deste modo, a utilização de aeronaves remotamente pilotadas (RPAs ou drones), que possibilita ao perito criminal “posicionar-se” em locais antes inimagináveis para fazer a fotografia de uma nova perspectiva, não pode ser ignorada por tais profissionais. Diante dessa nova ferramenta cabe agora aos peritos criminais conhecer suas possibilidades e limitações para que as cenas de crime sejam cada vez melhor documentadas, melhor materializadas.

Além da fotografia aérea as RPAs possibilitam a confecção de ortofotos e modelagem 3D de uma maneira bastante simples. Essas duas novas possibilidades advêm do fato de que as fotografias feitas pelas RPAs são georreferenciadas e podem ser sobrepostas construindo imagens únicas que podem ser planas, ortofotos, ou tridimensionais, modelos 3D.

Embora apresentem-se como ferramentas poderosas a serviço do perito criminal, a utilização das RPAs por equipes periciais tem que atender à legislação vigente pertinente ao uso do espaço aéreo brasileiro tendo como objetivo a segurança de todos os envolvidos.

Deste modo, as perspectivas de uso tanto de levantamentos fotográficos e videográficos, de ortofotos quanto de modelos 3D para a utilização em laudos criminais, bem como a regulamentação quanto ao uso de RPAs em perícias criminais, são objetos de estudo do presente trabalho.

2 METODOLOGIA

Os estudos serão realizados por meio da análise de trabalhos realizados por peritos criminais da Polícia Técnico-Científica do Estado de Goiás. A pesquisa será quali-quantitativa, analisando e discutindo as possibilidades do emprego dos dados obtidos a partir dos levantamentos aéreos realizados com a utilização de aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) nos laudos periciais quanto realizar a aferição do erro nas medidas obtidas por meio desses dados. E também realizar um breve estudo sobre a legislação pertinente ao uso dessas aeronaves no espaço aéreo brasileiro para a tomada de dados a serem utilizados com fins periciais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto a legislação pertinente ao uso de RPAs no Brasil está em vigor, desde o dia 03 de maio de 2017, a Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial nº 94 (RBAC-E nº 94), cujo título é “REQUISITOS GERAIS PARA VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIBULADOS E AEROMODELOS” (ANAC, 2017). Essa legislação é pertinente tanto ao uso com finalidade recreativa, situação em que a aeronave é denominada “aeromodelo”, quanto nas situações “com finalidade diversa de recreação” (ANAC, 2017), situação em que a aeronave é denominada “*Aeronave Remotamente Pilotada (Remotely-Piloted Aircraft – RPA)*” (ANAC, 2017, grifos do autor).

Contudo, a RBAC-E nº 94 não contempla a pilotagem de RPAs com finalidades governamentais. A legislação pertinente a esse tipo de pilotagem veio a ser regulamentada pela Circular de Informações Aeronáuticas (AIC) nº 23 de 28 de

agosto de 2017, cujo título é “AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS PARA USO EM PROVEITO DOS ÓRGÃOS LIGADOS AOS GOVERNOS FEDERAL, ESTADUAL OU MUNICIPAL” (DECEA, 2017a).

Cabe ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), legislar acerca dos procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeronaves remotamente pilotadas (RPA). Para efeito da legislação brasileira, aeronave é “qualquer aparelho que possa sustentar-se na atmosfera a partir de reações do ar que não sejam as reações do ar contra a superfície da terra” (DECEA, 2017c) e aeronave remotamente pilotada é “aeronave não tripulada que é pilotada a partir de uma estação remota de pilotagem” (DECEA, 2017b). Deste modo, os drones, como são popularmente conhecidas as RPAs, são consideradas aeronaves, e a sua pilotagem fica sujeita a “regras específicas de uso e acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro” (DECEA, 2017a).

A utilização de RPAs em proveito dos órgãos que representem os governos, definidos como Órgãos Diferenciados, é limitada ao peso máximo de decolagem (PMD) igual ou inferior a 25 Kg (vinte e cinco quilogramas), Decea, 2017a. A AIC N 23 define que o uso de RPAs deve cumprir os parâmetros previstos na ICA 100-40, porém, devido ao caráter diferenciado das operações, o uso para fins governamentais deve ser regido pela própria circular AIC N 23. Por meio do Quadro-Resumo dos Parâmetros, Anexo A, é possível verificar de maneira rápida as condições necessárias para se utilizar as RPAs com finalidade exclusivamente voltada às operações dos Órgãos ligados aos Governos Federal, Estadual ou Municipal. Já os Anexos B e C, apresentam, de maneira visual as áreas para operações de RPA em operações diferenciadas nas Zonas Urbanas e nas Zonas Não Urbanas, respectivamente.

Para a operação diferenciada “deve ser realizada uma avaliação do risco operacional. Para tanto, devem ser seguidas as orientações emitidas pela ANAC, em sua Instrução Suplementar (IS) nº E94-003” e “todos os operadores (pilotos remotos) [...] deverão possuir cadastrado [sic] no SARPAS” (DECEA, 2017^a). Quanto ao uso de aeronaves de terceiros, a AIC-N23 determina que:

Por existir a possibilidade de contratação de terceiros, os órgão de Governo, caso não possuam RPA sob sua responsabilidade, poderão permitir que determinados perfis atuem em operações com as suas prerrogativas, **em termos de acesso ao espaço aéreo.** (grifos do autor)

Uma vez levantada a regulamentação para a operação com RPAs para atividades diferenciadas, podemos analisar a contribuição que essa ferramenta traz para a atividade pericial.

Os levantamentos apresentados nesse trabalho foram realizados utilizando equipamentos da marca DJI modelos Mavic Pro e Spark.

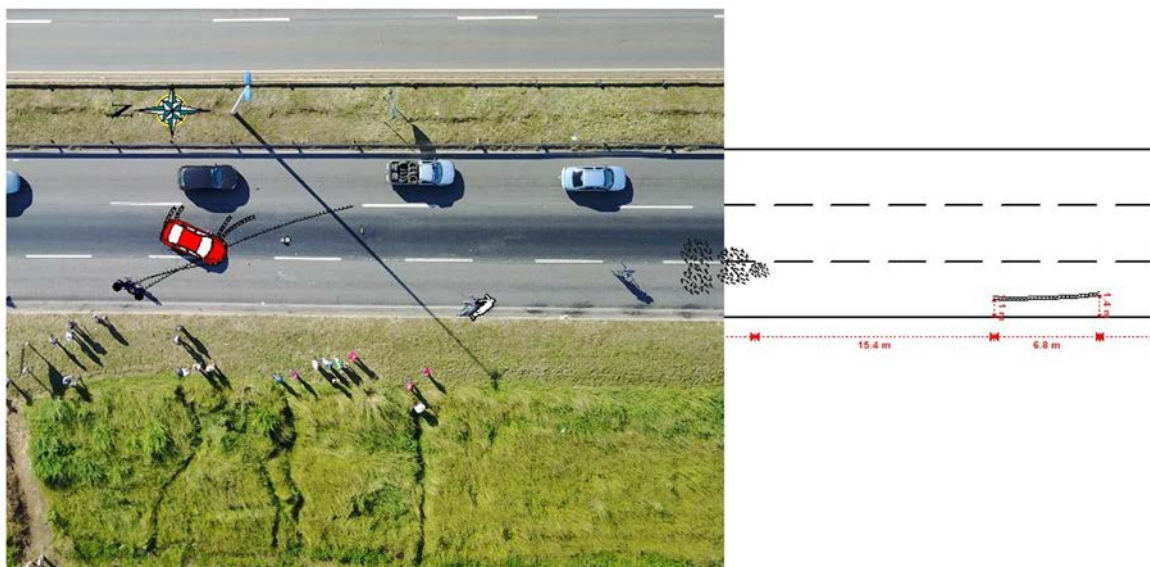
Caso – 01

No Caso – 01 temos a ocorrência de trânsito atendida pelo perito criminal Emiliano Luiz Neto. Nessa ocorrência real a RPA foi utilizada para possibilitar principalmente a análise dos vestígios dispersos no local dos fatos. A Imagem 1 mostra a vista aérea do local dos fatos tal qual quando da chegada da equipe pericial e nela percebe-se que o perito responsável pôde ressaltar vestígios tais como sulcagens e marcas de frenagens na própria fotografia realizada pelo drone. Na Imagem 2 pode-se materializar a presença de curiosos próximo aos vestígios quando da chegada da equipe pericial.

Imagem 1 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo em ocorrência de trânsito sob a responsabilidade do perito criminal Emiliano Luiz Neto.



Imagem 2 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo em ocorrência de tráfego sob a responsabilidade do perito criminal Emiliano Luiz Neto.



Caso – 02

No Caso – 02 temos a operação da RPA por parte do autor do presente artigo em uma reprodução simulada também de responsabilidade do perito criminal Emiliano Luiz Neto. Na Imagem 3 pode-se observar a amarração realizada indicando as distâncias obtidas durante a referida reprodução.

Imagem 3 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo em reprodução simulada sob a responsabilidade do perito criminal Emiliano Luiz Neto.



Caso – 03

O caso – 03 apresenta um local de difícil acesso de encontro de cadáver suposto afogado sob responsabilidade do perito criminal Walker Toledo Duarte, que também operou a RPA. Neste caso a vista aérea (Imagens de 4 a 8) é fundamental para registrar, não só o corpo, mas também a região como um todo em torno, trazendo ao judiciário uma compreensão melhor do local dos fatos.

Imagem 4 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal Walker Toledo Duarte e sob a responsabilidade do mesmo. A seta vermelha indica a localização do corpo.



Imagem 5 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal Walker Toledo Duarte e sob a responsabilidade do mesmo.



Imagem 6 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal Walker Toledo Duarte e sob a responsabilidade do mesmo. A seta vermelha indica a localização do corpo.



Imagem 7 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal Walker Toledo Duarte e sob a responsabilidade do mesmo.



Nos casos 01 a 03 a RPA foi utilizada somente para a realização de fotografias aéreas, ainda assim apresentaram ganho na compreensão do evento tido como criminoso. A perspectiva aérea possibilita ao perito criminal uma melhor compreensão do palco dos fatos, além de materializar de forma ampla a cena do fato tido como delituoso.

Caso – 04

O Caso – 04 trata-se de um local de incêndio/explosão no município de Senador Canedo, Goiás, sob responsabilidade do perito criminal Thiago Henrique Costa Silva. Neste caso foram realizadas fotografias aéreas por meio da operação de RPA para a compreensão da onda de choque, bem como da dispersão dos vestígios no local.

Imagem 8 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Thiago Henrique da Costa.



Imagem 9 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Thiago Henrique da Costa.



Imagem 10 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Thiago Henrique da Costa.



Imagem 11 – Fotografia aérea operada por RPA pilotada pelo autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Thiago Henrique Costa Silva.



Caso – 05

O Caso – 05 trata-se de uma tentativa de fuga de presos no município de Guapó, Goiás, por meio da explosão de parte do muro do presídio. A perícia foi realizada pelo perito criminal Agenor da Costa Neto e os vestígios desse caso também se mostraram dispersos por uma grande área, de tal forma que a elaboração de uma ortofoto subsidiou a confecção do laudo do referido perito criminal.

Imagem 12 – Imagem disponibilizada pelo Google Earth® da área em análise.



Imagem 13 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Agenor da Costa Neto.



Imagem 14 – Imagem disponibilizada pelo Google Earth® da área em análise.



Imagem 15 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do perito criminal Agenor da Costa Neto. Setas vermelhas indicando alguns dos locais em que foram encontrados vestígios deixados pela onda de choque proveniente da explosão.



Caso – 06

O Caso – 06 trata-se de uma ocorrência, de responsabilidade do perito criminal autor do presente artigo, de tráfego ocorrida no município de Aparecida de Goiânia em que o carro teria pego fogo após o capotamento e uma das vítimas teria sido carbonizada dentro do mesmo. Como os vestígios se distribuía por uma ampla área, nesse caso optou-se por realizar uma ortofoto, ou seja um mosaico ortorretificado coposto por várias dezenas de fotos operadas por meio de uma RPA. A Imagem 16 é a imagem disponibilizada pelo Google®. Percebe-se que, quando da realização da imagem, a via era sequer pavimentada.

Imagem 16 – Imagem disponibilizada pelo Google Earth®.



Esse descompasso temporal entre a data em que a imagem disponibilizada foi feita e a data em que os fatos ocorreram pode acarretar tamanha diferença do ambiente que inviabilize a utilização da imagem para fins periciais, como é o caso da Imagem 16. Já na Imagem 17 podemos observar a ortofoto, que é georreferenciada sobreposta à imagem disponibilizada pelo Google® e a Imagem 18 é uma aproximação em detalhe da região estudada.

Imagem 17 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo.



Imagem 18 – Ortofoto aérea operada por RPA, mostrando uma estrada curva e áreas adjacentes.



As Imagens 19 e 20 apresentam as altitudes relativas, possibilitando ao perito criminal a análise dos declives no laudo pericial.

Imagem 19 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo indicando por meio de cores as altitudes relativas no terreno.

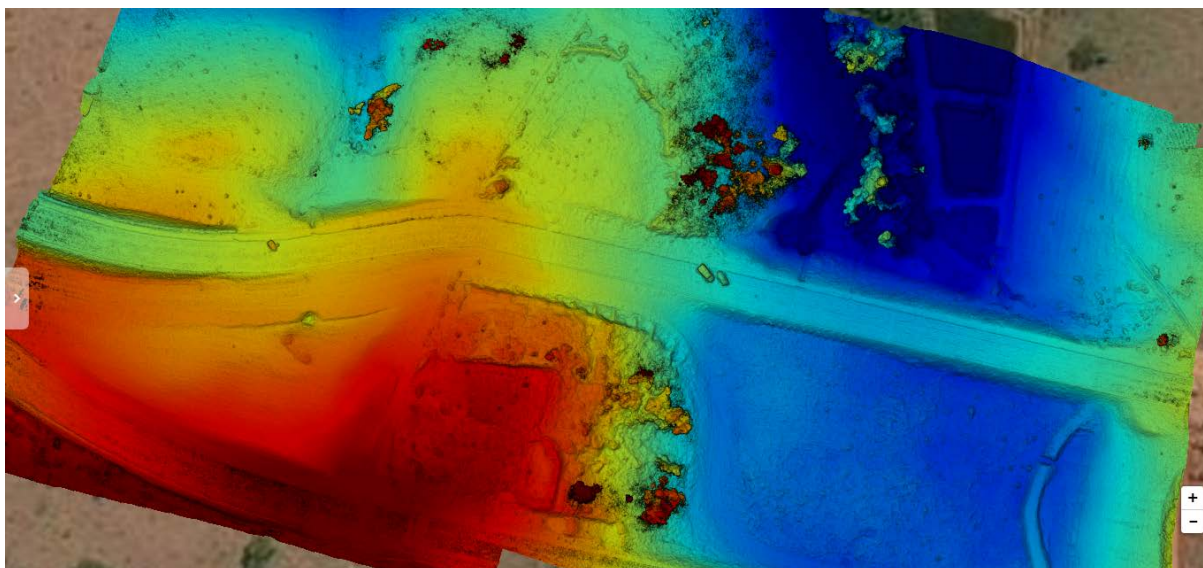
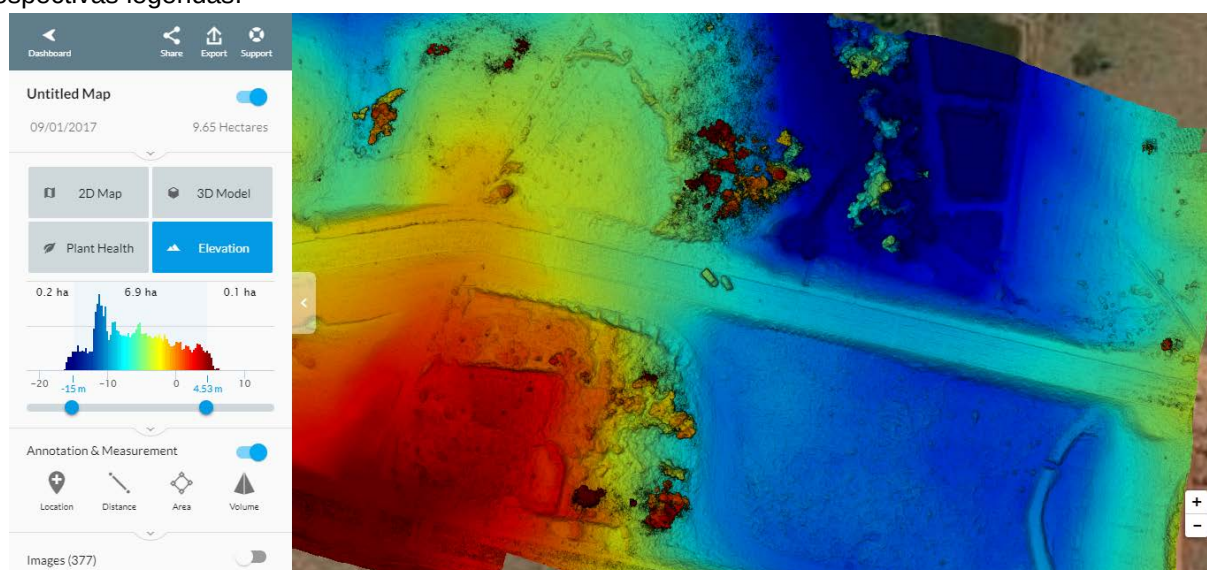


Imagem 20 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo indicando por meio de cores as altitudes relativas no terreno com as respectivas legendas.



As Imagens de 21 a 24 são modelos 3D produzidos por meio de imagens realizadas com RPA e processadas no aplicativo DroneDeploy. Nesses modelos pode-se alterar o ponto de perspectiva, a altitude e a aproximação de objetos a qualquer momento. Além do que pode-se até imprimir uma maquete em escala caso seja pertinente.

Imagem 21 – Modelo 3D aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo. O modelo 3D foi confeccionado utilizando a ferramenta DroneDeploy.



Imagem 22 – Modelo 3D aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo. O modelo 3D foi confeccionado utilizando a ferramenta DroneDeploy.



Imagem 23 – Modelo 3D aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo. O modelo 3D foi confeccionado utilizando a ferramenta DroneDeploy.



Imagem 24 – Modelo 3D aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo. O modelo 3D foi confeccionado utilizando a ferramenta DroneDeploy.



Na Imagem 25 um exemplo de como podem ser realizadas medidas a partir das ortofotos geradas pelo aplicativo DroneDeploy.

Imagem 25 – Medidas de área e distância realizadas por meio da ortofoto produzida utilizando a ferramenta DroneDeploy.



Estudo – 01

O Estudo – 01 foi realizado no pátio do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO) e teve como objetivo simular a materialização de um local de evento criminoso. Na Imagem 26 pode-se observar a imagem obtida via Google Earth®, já na Imagem 27 a sobreposição da ortofoto na imagem disponibilizada pelo Google®. As Imagens 29 e 30 mostram o modelo 3D do local.

Imagem 26 – Imagem do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO) disponibilizada pelo Google Earth®.

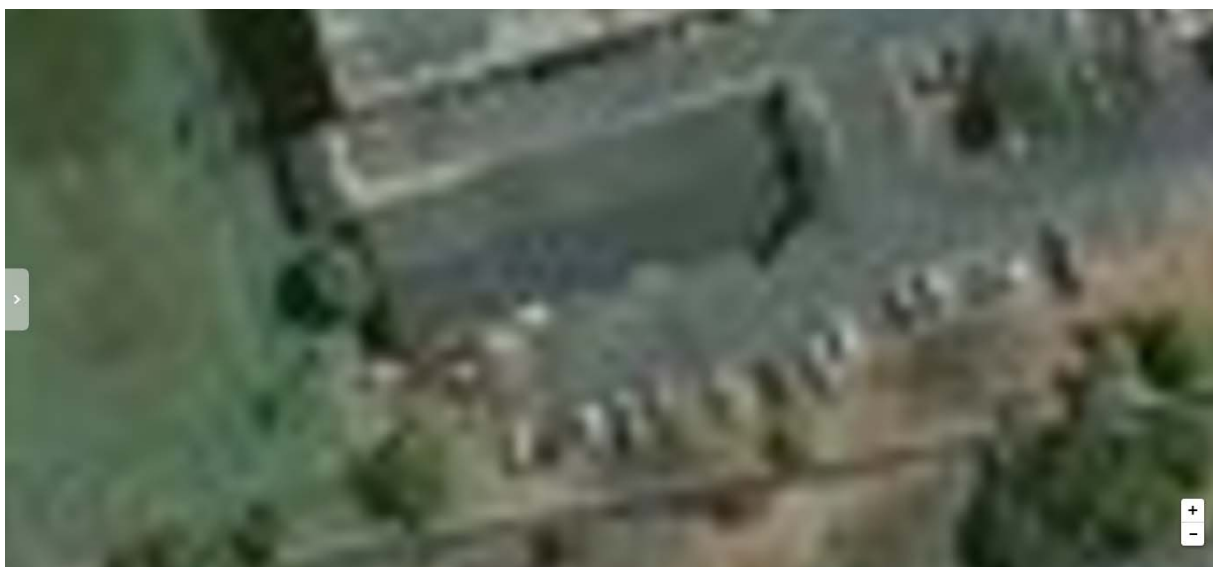


Imagem 27 – Sobreposição da ortofoto produzida por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO) disponibilizada pelo Google Earth®.

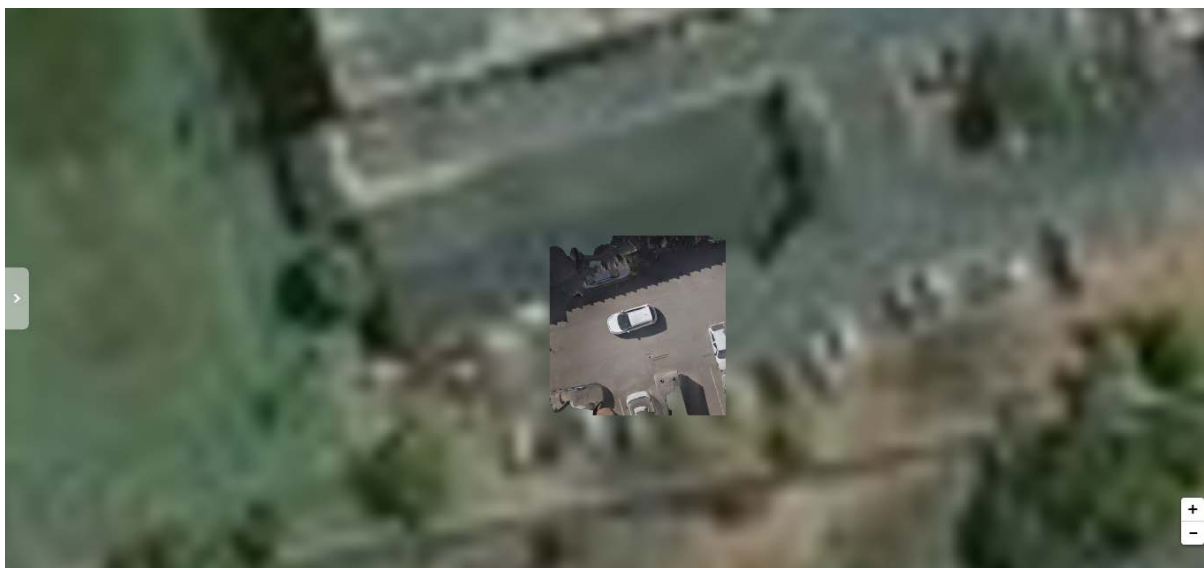


Imagem 28 – Ortofoto produzida por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO).

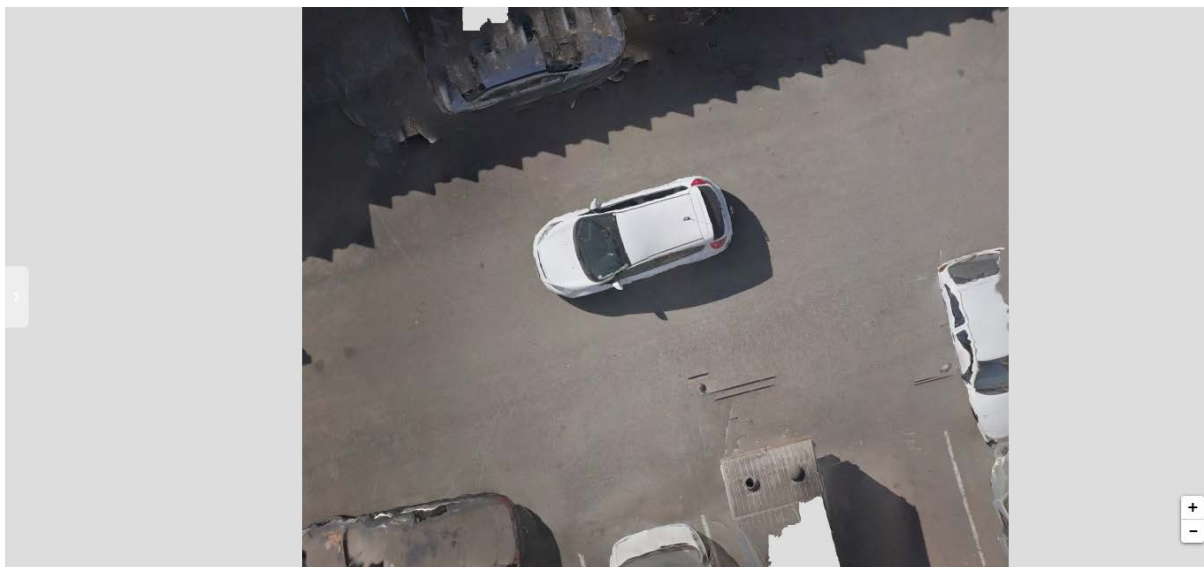
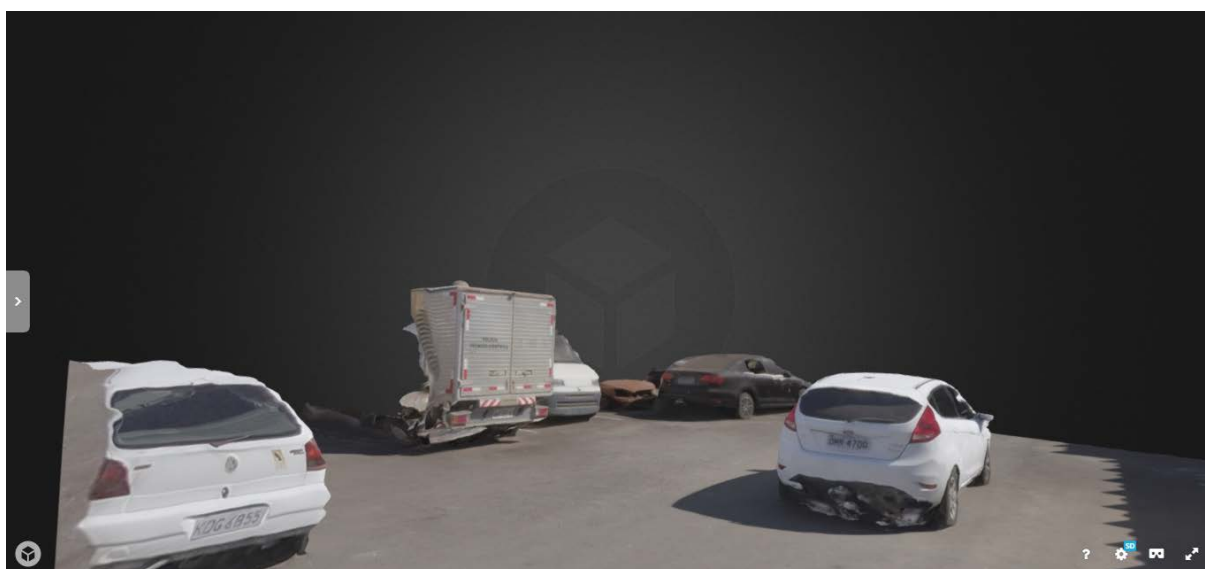


Imagem 29 – Modelo 3D produzido por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO).



Imagem 30 – Modelo 3D produzido por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO).



Estudo – 02

No Estudo – 02 foram produzidos uma ortofoto e um modelo 3D do pátio de estacionamento do Instituto Leonardo Rodrigues (ICLR/GO), Imagens de 31 a 34.

Imagem 31 – Imagem do pátio de estacionamento Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO) disponibilizada pelo Google Earth®.



Imagem 32 – Sobreposição da ortofoto produzida por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do pátio de estacionamento Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO) disponibilizada pelo Google Earth®.



Imagem 33 – Ortofoto aérea operada por RPA pilotada pelo perito criminal autor do presente artigo e sob a responsabilidade do mesmo indicando por meio de cores as altitudes relativas no terreno.

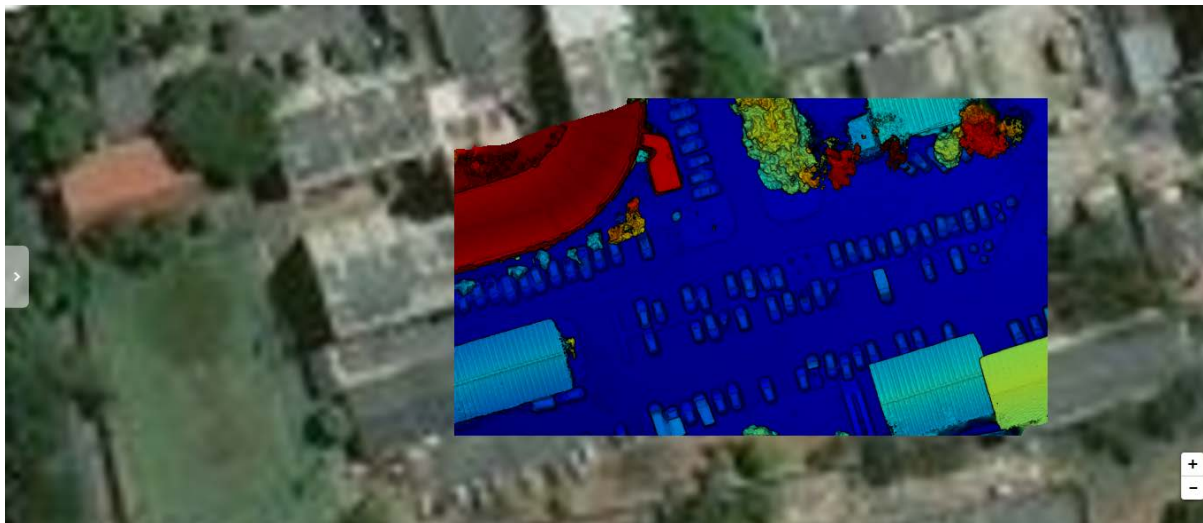


Imagem 34 – Modelo 3D produzido por meio de imagens levantadas por RPA e processadas pelo aplicativo DroneDeploy do pátio de estacionamento do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR/GO).



Verificou-se, por meio de aplicação da ferramenta em casos reais e em experimentos controlados, que a perspectiva possibilitada pelo uso de RPAs na perícia criminal fornece ao perito criminal uma maior compreensão do ambiente em que ocorrera o fato tido como delituoso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos temos que a utilização das RPAs na perícia criminal é viável, uma vez que se tem a prerrogativa de uso para operações

diferenciadas, produzindo resultados esperados. Outro aspecto que se percebe a partir da utilização da RPA na perícia criminal é que esta ferramenta realmente diminui o tempo de permanência da equipe pericial no local examinado, uma vez que o levantamento de imagens por meio de RPA é rápido, além de materializar a cena de fato tido como criminoso de maneira ampla.

Espera-se que este trabalho estimule o uso de RPAs por peritos criminais, entregando à Polícia Civil, ao Ministério Público e ao Judiciário laudos que possibilitem a seus usuários uma compreensão da cena do fato tido como delituoso a mais fidedigna possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Rafael de Arêa Leão. et al. Fundamentos de geoprocessamento aplicado à perícia. In: TOCCHETTO, Domingos (Org.). **Perícia ambiental criminal**. 3. ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2014.

ANAC. RBAC-E nº 94, 3 de maio de 2017, **Requisitos gerais para veículos aéreos não tripulados e areomodelos**. Brasília, DF, 3 mai. 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em 10 nov. 2017.

ARAGÃO, Ranvier Feitosa; KLEINÜBING, Rodrigo e NETO, Oswaldo Negrini. Exame pericial em local de crime de trânsito: recomendações técnicas para a padronização de procedimentos e metodologias. In: ESPÍNDULA, Alberi; TOCCHETTO, Domingos. **Criminalística: procedimentos e metodologias**. 3. ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2015. p. 149-166.

BRASIL, Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. **Código de processo penal**, Brasília, DF, 3 out. 1941. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529749/codigo_de_processo_penal_1ed.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2017.

CAMPITELI, Marurício. **Mosaico de ortofotos: o que você precisa saber**. 15 jul. 2016. Disponível em: <<http://blog.droneng.com.br/mosaico-de-ortofotos/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

CARVALHO JÚNIOR, Moacir Ribeiro de. **Apontamentos sobre o direito processual ambiental**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

DECEA. AIC nº 23, 28 mai. 2017. **Aeronaves remotamente pilotadas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual ou municipal**. Brasília, 28 mai. 2017. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4614&refresh=716A81E7-21D7-4A31-B1B3CEB6944E6760>>. Acesso em 10 nov. 2017a. _____ . ICA 100-12, 17 out. 2016. **Regras do ar**. Brasília, 17 out. 2016. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4429>>. Acesso em 10 nov. 2017b.

_____. ICA 100-40, 22 dez. 2016. **Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro**. Brasília, 22 dez. 2016. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4510>>. Acesso em 10 nov. 2017c.

GOIÁS. Instituto Mauro Borges. Conjuntura econômica goiana. **Unidade de análise criminal**: instalação e subordinação. Goiânia, 2013. 150 p.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. 4. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.

NETO, Manoel Silva. **Modelos 3D**: como são gerados através dos drones?. 6 jul. 2017. Disponível em: <<http://blog.droneng.com.br/pontos-de-controle-quando-utilizar-no-mapeamento-aereo-com-drone-2/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

_____. **Pontos de controle**: quando utilizar no mapeamento aéreo com drone. 15 dez. 2015. Disponível em: <<http://blog.droneng.com.br/pontos-de-controle-quando-utilizar-no-mapeamento-aereo-com-drone-2/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

ROSA, Cássio Thyone Almeida. Locais de crimes contra a pessoa: recomendações técnicas para a padronização de procedimentos e metodologias. In: ESPÍNDULA, Alberi; TOCCHETTO, Domingos. **Criminalística**: procedimentos e metodologias. 3. ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2015. p. 1-84.

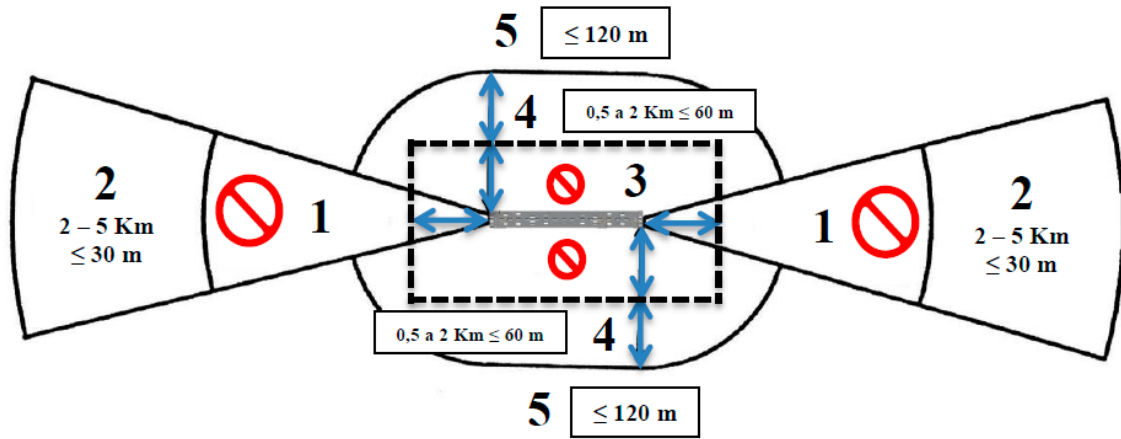
Variação de GSD: como funciona? 6 fev. 2017. Disponível em: <<http://blog.droneng.com.br/variacao-de-gsd/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

ANEXO A – Quadro-Resumo dos Parâmetros.

PARAMETROS	OPERAÇÃO 1	OPERAÇÃO 2
Qual a Zona a ser utilizada? Zona Urbana - (Item 2.1.1.31) Zona Não Urbana - (Item 2.1.1.30)	ZONA URBANA (Item 2.1.1.31)	ZONA NÃO URBANA (Item 2.1.1.30)
Vai operar em Zona de Aproximação ou de Decolagem? (Item 2.1.1.29)	Não operar até 2 Km ^{(1), (2/3)} De 2 a 5 Km – Até 30 m AGL ^{(1), (2/3)}	
Operação próxima a aeródromo É fora da Zona de Aproximação ou de Decolagem	Não operar até 500 m das áreas de operações dos aeródromos. De 500 m até 2 Km de distância – Até 60 m AGL ^{(1), (2/3)}	
Operação nas demais áreas	Até 120 m AGL ^{(1), (4), (5)}	Até 60 m AGL ^{(1), (4), (5)}
Tipo de operação	VLOS (Item 2.1.1.22) e RLOS (Item 2.1.1.21) ⁽⁶⁾	
Afastamento de pessoas	NÃO APLICÁVEL ⁽⁷⁾	
Comunicação bilateral com Órgão ATC	OBRIGATORIA EM CASO DE SER NECESSÁRIO DESCUMPRIR QUALQUER PARÂMETRO ^{(1), (2/3)}	
Solicitar ou Informar (A OPERAÇÃO TEM CARÁTER DIFERENCIADO E IMEDIATO E CUMPRE TODOS OS PARÂMETROS?)	SIM - Somente INFORMAR NÃO - Solicitar AUTORIZAÇÃO	
Prazo para ciência ou autorização por parte do Órgão Regional	CIÊNCIA – IMEDIATO ⁽⁸⁾ AUTORIZAÇÃO – Até 45 minutos ⁽⁸⁾ Se necessário NOTAM ⁽⁹⁾ – 18 dias corridos	
NOTAM	NECESSÁRIO PARA VOOS ACIMA DE 120 m AGL	
Análise de Risco Operacional	SIM - De acordo com o previsto na IS nº E94-003	
Seguro	NÃO APLICÁVEL - De acordo com o previsto no RBAC-E94 ⁽¹⁰⁾	
Necessário ANATEL	SIM	
Documento da Aeronave	SIM (Conforme definido em legislação da ANAC) SISANT, Certidão de Cadastro, CAER, etc.	
Necessário SARPAS	SIM (CPF DO OPERADOR E CNPJ DO ORGAO REPRESENTADO)	

- (1) - Caso seja **NECESSÁRIO** descumprir os parâmetros previstos, atentar para as exigências complementares.
- (2) - **EXIGÊNCIA COMPLEMENTAR: COMUNICAÇÃO BILATERAL COM O ÓRGÃO ATC.**
- (3) - **EXIGÊNCIA COMPLEMENTAR: REALIZAR CONTATO COM O ÓRGÃO REGIONAL.**
- (4) - **EXIGÊNCIA COMPLEMENTAR: EMISSÃO DE NOTAM.**
- (5) - **AGUARDAR A AUTORIZAÇÃO PARA A OPERAÇÃO PRETENDIDA.**
- (6) - Operações BVLOS poderão ser realizadas por determinado período, desde que sejam rigorosamente respeitados os parâmetros listados no item 7.2.2.1.
- (7) - Pelo caráter especial da operação.
- (8) - Será enviado um e-mail ao Operador, relembrando suas responsabilidades. Tal mensagem deve ser apresentada em caso de necessidade.
- (9) - Nos casos de ser necessária a emissão de NOTAM, a operação DEVE ser solicitada com uma antecedência MÍNIMA de 18 (dezoito) dias corridos.
- (10) - Não se aplica a necessidade do seguro para aeronaves **pertencentes** a entidades controladas pelo Estado.

ANEXO B – Áreas para operações de RPA em operações diferenciadas nas Zonas Urbanas.



ANEXO C - Áreas para operações de RPA em operações diferenciadas nas Zonas Não Urbanas.

