



UNIC RONDONÓPOLIS
Portaria de Recredenciamento nº 420 de 12/04/2011

PAULO ROBERTO DE PAULA E SILVA

**OS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELA INSPEÇÃO E
MONITORAMENTO COM DRONES EM OBRAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PAULO ROBERTO DE PAULA E SILVA

**OS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELA INSPEÇÃO E
MONITORAMENTO COM DRONES EM OBRAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Instituição Unic – Faculdade Rondonópolis,
como requisito parcial para a obtenção do título
de graduado no Curso de Engenharia Civil.

Orientador: Armando Sobrinho.

PAULO ROBERTO DE PAULA E SILVA

**OS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELA INSPEÇÃO E
MONITORAMENTO COM DRONES EM OBRAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Instituição Unic – Faculdade Rondonópolis,
como requisito parcial para a obtenção do título
de graduado no Curso de Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Rondonópolis 07 de dezembro de 2021.

SILVA, Paulo Roberto De Paula E. **Os Benefícios Proporcionados Pela Inspeção E Monitoramento Com Drones Em Obras Da Construção Civil**. 2021. 28 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UNIC, Rondonópolis-MT, 2021.

RESUMO

O uso da tecnologia atualmente vem se tornando uma realidade em todos os setores da economia. Na construção civil não é diferente, o uso da tecnologia tornou-se uma necessidade para as grandes construtoras que brigam na competição de mercado. E seguindo essa linha de raciocínio que o presente trabalho teve como problema de pesquisa: De que maneira os drones podem beneficiar as inspeções e monitoramentos de uma determinada obra civil? E para responder o problema de pesquisa o trabalho tem como objetivo geral demonstrar a funcionalidade e os benefícios proporcionados pela inspeção e monitoramento na construção civil utilizando drones. E conta com os seguintes objetivos específicos: Apresentar a construção civil no Brasil; contextualizar os drones e evidenciar os benefícios proporcionados pelos drones na inspeção e monitoramento dentro da construção civil. O tipo de pesquisa utilizada no trabalho trata-se de uma revisão de literatura, no qual foram realizadas consultas a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca em bases de dados. O trabalho apresenta de forma lucida a evolução da construção civil no país e como o uso a tecnologia vem crescendo nas obras.

Palavras-chave: Drones. Tecnologia. Construção Civil. Inspeção. Monitoramento.

SILVA, Paulo Roberto De Paula E. **The Benefits Provided by Inspection and Monitoring with Drones in Civil Construction Works**. 2021. 28 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UNIC, Rondonópolis-MT, 2021.

ABSTRACT

The use of technology is currently becoming a reality in all sectors of the economy. In civil construction it is no different, the use of technology has become a necessity for large construction companies that fight in the market competition. And following this line of reasoning that the present work had as a research problem: How can drones benefit the inspections and monitoring of a given civil work? And to answer the research problem, the work aims to demonstrate the functionality and benefits provided by inspection and monitoring in civil construction using drones. And it has the following specific objectives: To present civil construction in Brazil; contextualize drones and highlight the benefits provided by drones in inspection and monitoring within civil construction. The type of research used in the work is a literature review, in which books, dissertations and selected scientific articles were consulted through a search in databases. The work presents in a lucid way the evolution of civil construction in the country and how the use of technology has been growing in the works.

Keywords: Drones. Technology. Construction. Inspection. Monitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Momentos histórico da construção Civil no Brasil até 2007.	12
Figura 2 – Número de trabalhadores com carteira assinada na Indústria da Construção	15
Figura 3 – Uso recreativo e não recreativo do Drone	17
Figura 4 – Drone.....	18
Figura 5 – Imagem de uma obra da construção civil capturada por Drone.	19
Figura 6 – Tipos de Inspeção.	21
Figura 7 – Etapas metodológicas para o uso de um Drone.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNH	Banco Nacional de Habitação
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
OAC	Organização da Aviação Civil Internacional
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems (Sistemas de aeronaves pilotadas remotamente)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (Veículo Aéreo Não Tripulado)
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VARP	Veículo Aéreo Remotamente Pilotado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	11
3. OS DRONES NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
4. OS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELA INSPEÇÃO E MONITORAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO DRONES.	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

As revoluções industriais fizeram inúmeras modificações nos processos de fabricação e entrega de produtos e serviços, a denominada quarta revolução industrial está em ação no século XXI, vive-se uma nova era de transformações cujo o principal diferencia é os avanços tecnológicos, com funções de grande relevância na otimização de tempo, qualidade e segurança em produtos e/ou serviços oferecidos no mercado.

Com o aumento crescente demanda no setor da construção civil os avanços tecnológicos proporcionaram inúmeras modificações nos processos realizados nos canteiros de obras da construção civil, essas modificações fizeram com que as empresas adotassem técnicas e equipamentos de última geração no intuito de acompanhar as modernizações presente no setor e garantir a qualidade e produtividade nos serviços prestados.

Uma das técnicas adotadas foi a modernização nas inspeções e monitoramentos realizados nas obras de construção civil. Agora realizadas por profissionais tecnicamente qualificados que utilizam de materiais e métodos de última geração como drones visando a verificação dos avanços da construção garantindo qualidade e agilidade nos projetos.

Portanto, a importância desta pesquisa está em demonstrar como os drones pode contribuir de forma positiva nas inspeções e monitoramentos realizados dentro da construção civil, colaborando com a agilidade e precisão das informações. E se torna relevante, pois contribui com as instituições enquadrada no setor da engenharia civil, e tem como intuito principal evidenciar as funcionalidades e os benefícios proporcionados pelo uso de drones na construção civil. Diante do exposto acima surgiu o seguinte problema de pesquisa: De que maneira os drones podem beneficiar as inspeções e monitoramentos de uma determinada obra civil?

Para responder o problema de pesquisa o trabalho tem como objetivo geral demonstrar a funcionalidade e os benefícios proporcionados pela inspeção e monitoramento na construção civil utilizando drones. E tem como objetivos específicos, apresentar a construção civil no Brasil; contextualizar os drones e evidenciar os benefícios proporcionados pelos drones na inspeção e monitoramento dentro da construção civil.

O tipo de pesquisa deste trabalho, trata-se de uma revisão de literatura, no qual foram realizadas consultas a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados, “sites”, “livros”, “artigos científicos” etc. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 15 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Drones”, “VANT”, “Tecnologia”, “Construção Civil”.

2. CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A história da construção civil é marcada por diversos acontecimentos até chegar no século XXI, propriamente dito a expansão da construção se deu durante o império Romano, seguindo durante toda a idade média, com as grandes construções de castelos e ambientes religiosos. Os conhecimentos da construção baseavam-se, nas tradições, em regras generalizadas e na experiência adquirida com os erros do passado (MORAES, 2009).

No Brasil, a partir da década de 50 a construção civil ganhou relevância, passando a ser uma atividade industrial de grande importância no âmbito econômico e social, decorrente das implementações do Plano e Metas do governo federal daquela época (MORAES, 2009).

Os planos de metas do Governo federal, com projetos nas áreas energética, transportes, siderúrgica e petrolífera se multiplicaram e fez com que enormes demandas fosse criada no campo da construção civil, fazendo com que o número de pessoas e empresas ligadas ao setor crescessem vertiginosamente (MORAES, 2009).

Na década de 60 houve a redução da atividade econômica e consequentemente o aumento da inflação, fatores que impactaram o crescimento acelerado da construção civil no País. Fazendo com que o mercado da construção civil ficasse desregulado, principalmente no mercado de edificações residenciais e comerciais (SHULMAN, 1996).

Pensando em reverter a situação da construção civil na época foi criado em 1964 “Memorial de Incorporação” com o objetivo de apresentar maiores garantias ao comprador final de um imóvel, e em conjunto o Banco Nacional de Habitação (BNH), com intuito de financiar as construções, sendo primeira instituição a oferecer crédito para a produção imobiliária no Brasil (GONÇALVES, 1997).

Silva (2009) com a retomada do crescimento econômico no fim da década de 60 e com a regulamentação do mercado decorrente da funcionabilidade do BNH que proporcionou a produção em larga escala de unidades residenciais, o setor da construção civil retomou seu crescimento.

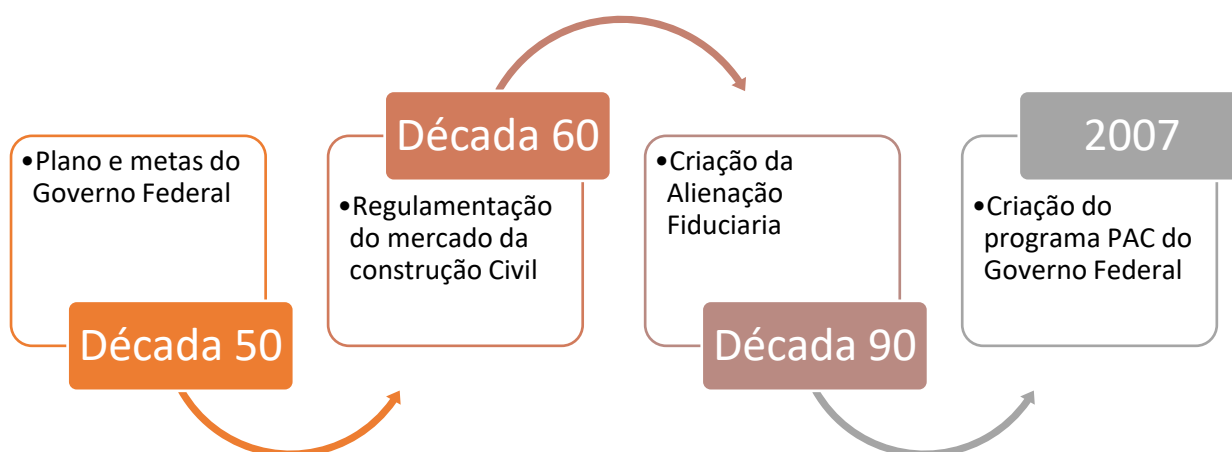
No início da década de 80 o mercado da construção civil operava em uma constante de equilíbrio, contudo, houve uma estagnação econômica, na qual derrubou o nível de emprego consequentemente uma inflação na oferta, levando uma disparada nos preços em todos os setores, em especial no âmbito da construção civil, com a

suspensão dos créditos a produção e consequentemente baixo nível de lançamentos de novas unidades habitacionais (GONÇALVES, 1997).

Contudo, essa crise foi superada em 1997 com a criação do Sistema Financeiro Imobiliário, com a criação de Alienação Fiduciária expandindo os créditos para financiamento das construções através da alienação dos próprios bens. Em 2004 houve a medida do patrimônio de afetação, que fez com que os bancos os bancos a reservarem 65% dos depósitos nas cadernetas de poupança ao crédito imobiliário. Portanto no final de 2006 o setor da construção civil começou a se expandir gradativamente, com todas as medidas criadas para impulsionar o setor e com a crescente demanda por imóveis, aumentaram as vendas (SILVA, 2009).

Em 2007 houve o surgimento do PAC programa do governo federal brasileiro que englobava um conjunto de políticas econômicas, planejadas para os quatro anos seguintes, e que teve como objetivo acelerar o crescimento econômico do Brasil, com investimentos de R\$ 500 bilhões nas áreas de saneamento, transporte, energia, recursos hídricos, e habitação. registrando altos índices de expansão (BORGES, 2010).

Figura 1 – Momentos histórico da construção Civil no Brasil até 2007.



Fonte: Adaptado Borges (2010).

Em 2008 veio a crise econômica que fez com que diminuísse a oferta de crédito no mercado da construção civil. O medo de uma recessão na economia diminuiu a euforia vivida pelo setor. Com a dependência do crédito na construção, as incorporadoras e construtoras reduziram seus lançamentos e os guidances foram revistos. Foi um período turbulento e de incertezas, contundo a partir de 2009 e 2010 os lançamentos feitos durante o boom de 2006 foram entregues. Esse feito fez com que os principais bancos mantiveram a política de crédito imobiliário, buscando aumentar a base de clientes, reaquecendo o setor (CUNHA, 2012).

Ainda em 2009, foi lançado pelo Governo Federal, o Programa Minha Casa Minha Vida, programa de habitação que visa atender a população de baixa renda, que foi na maioria do tempo esquecida pelas grandes incorporadoras e construtoras. A queda de juros e programas como o “Minha Casa, Minha Vida”, contribuíram para o aquecimento imobiliário pois facilitaram o acesso a crédito para compradores com baixa renda (CUNHA, 2012).

Costa (2016) destaca que o setor da construção civil se encontrava em uma constante de altos e baixos, e por exemplo, em 2011, a parcela emergente da população contribuiu para um aquecimento no setor imobiliário nacional.

Em 2011, até o início de junho, a Caixa desembolsou R\$ 25 bilhões em financiamentos imobiliários para todas as faixas de renda. Em 2010, o volume atingiu o recorde de R\$ 77 bilhões em crédito imobiliário (CUNHA, 2012).

Somados a esses fatores, o Brasil também sediou grandes eventos esportivos, como os Jogos Pan-Americanos Rio em 2007, a Copa do Mundo da Federação Internacional de Futebol – FIFA de 2014 e Jogos Olímpicos em 2016, o que demandou grandes investimentos na indústria da construção pesada, em função das obras de infraestrutura (LEÃO et al., 2016 p.34).

Entre os anos de 2015 e 2016, com a degradação dos cenários políticos e econômicos no Brasil, o país vivenciou uma das maiores e piores recessões da história econômica, afetando todos os setores e em particular o setor da construção Civil (HORTA; GIAMBIAGI, 2018).

Horta e Giambiagi (2018) relatam que em 2017 a economia começa a dar sinais de recuperação, com alta do PIB em todos os trimestres do ano. Contundo, os indicadores da indústria foram negativamente afetados pela construção civil, demonstrando que o setor ainda estava atrasado em sua recuperação.

Portanto em 2019, após cinco anos de retração o setor da construção civil apresentou resultado positivo, evidenciando a saída retardatária da recessão (MONTEIRO, 2020).

Com base no contexto apresentado acima pode se dizer que a construção civil é uma área em constante desenvolvimento, por conter alto número de métodos e produtos, e com uma ampla demanda que envolve a construção de residências, estradas, indústrias etc., sendo essencial para o bem social e expansão de cidades estruturadas e elevação da economia de um determinado lugar (SANTO et. al., 2014).

De acordo com Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de Minas Gerais (p, 1. 2005) a Indústria da Construção Civil propriamente é classificada nos seguintes subsetores: Sub-setor de Materiais de Construção; Sub-setor de Edificações e Sub-setor de Construção Pesada.

Existem, ainda, outras classificações tais como a que divide o setor em (SEBRAE-MG, 2005): edificações; construção Pesada e montagem Industrial.

A construção civil tem um papel significativo na modificação ambiental da sociedade moderna, sendo capaz de desenvolver e elevar o crescimento da economia local, por ser uma das maiores empregadoras de mão-de-obra e contendo uma alta parcela na participação no desenvolvimento bruto de capital fixo. O setor de construção foi responsável, durante o período 1980-1996, por 65% da formação do investimento bruto nacional, enquanto a participação de máquinas e equipamentos responderam, em média, por 29% dos investimentos (CONSTRUBUSINESS, 2001).

A construção civil é um dos setores mais expressivos da economia brasileira. Está em constante melhoria diante do grande desafio que entre eles pode citar o vencimento de prazos, redução de custos através dos avanços tecnológicos que surgem gerando ganhos na produção e qualidade nos serviços prestados (BORGES, 2010, p.17)

O setor de construção civil pela capacidade de gerar efeitos na produção, na renda e no emprego é considerado um setor chave para o crescimento econômico em 2020 foi o setor que mais gerou empregos no país nos primeiros dez meses, com a criação de mais 138 mil vagas de trabalho, de acordo com dados do Ministério da Economia. A figura 2 apresenta a crescente nos últimos anos relacionados ao numero de trabalhadores com carteira assinada no setor da construção civil.

Figura 2 - número de trabalhadores com carteira assinada na Indústria da Construção.



Fonte: Ministério da Economia (2020).

Além da importância econômica, a atividade da construção civil no país tem relevante papel social, particularmente em função de dois aspectos. O primeiro é relacionado à geração de empregos proporcionada pelo setor e o segundo relaciona-se ao elevado déficit habitacional no país. O setor de infra-estrutura ou também setor da Construção, é um dos mais beneficiados, podendo arrecadar 45 bilhões de dólares em serviços prestados em torno da tecnologia. (CONSTRUBUSINESS, 2001).

Com os avanços crescente da construção civil no país decorrente da globalização e dos avanços tecnológicos, proporcionou uma ampliação na concorrência, fazendo com que as empresas ligadas ao setor buscassem melhorias contínuas ligadas a produtividade e qualidade. Proporcionado uma mudança nos métodos e parâmetros da construção civil (GHEISARI; IRIZARRY; WALKER 2012).

3. OS DRONES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Considerada clássica e conservadora, o ambiente da construção civil com a facilidade de acesso à internet decorrente da globalização e por conta da ampliação da concorrência no setor, vem buscando inovar para conseguir maior produtividade e assertividade em suas obras, qualidade e diminuição dos gastos (NASCIMENTO; SANTOS 2003).

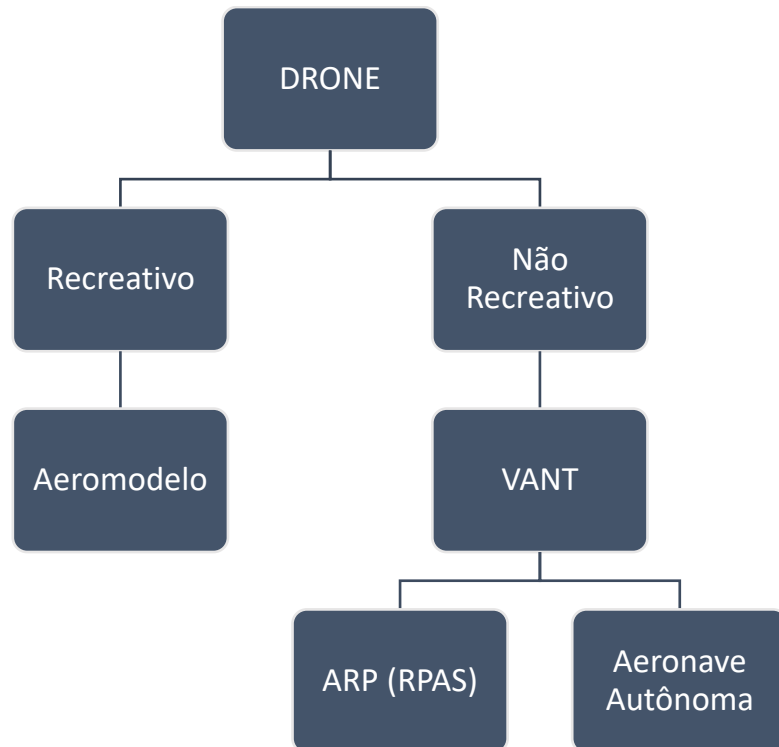
Com os diversos avanços tecnológicos que vem ocorrendo, principalmente em tecnologia da informação, trouxeram mudanças cruciais na construção civil. Ela tem sido obrigada a inovar devido a globalização e a grande rivalidade, ainda que existe grande atraso tecnológico em relação a outras indústrias, devido especialmente do tradicionalismo e da vagarosidade em que ocorrem as transformações na construção civil (NASCIMENTO; SANTOS 2003).

Os avanços tecnológicos vêm crescendo a cada dia com saltos tecnológicos incríveis, apresentando equipamentos e tecnologia que visa automatizar os processos do cotidiano das pessoas e das empresas. O uso de máquinas na construção civil vem crescendo constantemente e é realizado na maioria das vezes pelas grandes obras, mais conhecida como construção pesada. Porém, várias alterações estão surgindo nos preceitos construtivos, de forma a simplificá-los (NASCIMENTO; SANTOS 2003).

Contudo, diversas tecnologias, que antes eram dificilmente encontradas devido a disponibilidade ou elevado custo, estão sendo usadas com mais frequência como a utilização de drones para inspeção visual que está se tornando uma prática recente na manutenção, assim como a utilização de câmeras de calor e laser (FERREIRA, 2018).

Os drones por sua vez fazem parte integrante dos processos tecnológicos, e vem de uma crescente implementação para uso recreativo e para uso profissional, auxiliando e executando processos em diversas empresas. Isto decorrente da sua funcionalidade, que é a captura de imagens aéreas por diversos ângulos, trazendo um campo de visão enorme (EISENBEISS, 2004).

Contudo, os drones são tratados como uma tecnologia recente, e possui nomenclaturas diferentes no mercado, nomenclaturas técnicas que são utilizadas para diferenciar a utilidade do equipamento. A figura 3 abaixo explica essa relação de nomenclatura (BORGES; SILVA, 2018).

Figura 3 - Uso recreativo e não recreativo do Drone

Fonte: adaptado Borges e Silva (2018).

A palavra Drone é comumente observado no meio informal de forma coloquial e de origem inglesa, que tem como significado “zangão”, foi oriundo do tipo de barulho ou som emitido que esses equipamentos costumam produzir em voo, ou seja, utilizado no aspecto genérico como se fosse um apelido dado pela população leiga ao equipamento usado para fins recreativo (TESTONI, 2018).

Inicialmente, os drones foram projetados com objetivos militares, para operarem em ambientes ou em situações de extremo perigo para o ser humano, como combates aéreos, reconhecimento em território inimigo ou buscas em lugares contaminados com substâncias tóxicas que seriam letais para os humanos (BRANCO; NEVES, 2009).

Os drones são equipamentos que usam uma tecnologia similar aos dos clássicos veículos de controle remoto, pois são controlados através de controles. São produzidos com materiais resistentes e comandados a distância através de sinais de satélite ou via rádio. No idioma português, os drones também podem ser chamados de VANT ("Veículo Aéreo Não Tripulado") ou VARP ("Veículo Aéreo Remotamente Pilotado"), siglas que foram criadas a partir do inglês Unmanned Aerial Vehicle – UAV.

A figura 4 destaca um dos modelos de drones utilizados na construção civil (BRANCO; NEVES, 2009).

Figura 4 – Drone.



Fonte: construtecequipamentos (2021).

De acordo com Testoni, (2018, p.05) existem outras nomenclaturas mais tecnicamente adequadas que são empregadas para se referir a essas aeronaves. “Uma delas é o termo Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) oriunda do Inglês que traduzida ao português faz referência também denominadas pelo termo Aeronave Remotamente Pilotada (ARP)”, termo esse usualmente utilizado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

Todavia, pode-se identificar o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), ou no plural VANTs, traduzido do termo Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Como todo e qualquer tipo de aeronave projetada para funcionar sem um piloto a bordo da aeronave, e sim comandado através de controles remotos. O termo VANT é considerado obsoleto pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), conforme em entendimento exposto no Doc 10019, Manual On RPAS em sua 1ª edição publicada no ano de 2015 (EISENBEISS, 2004).

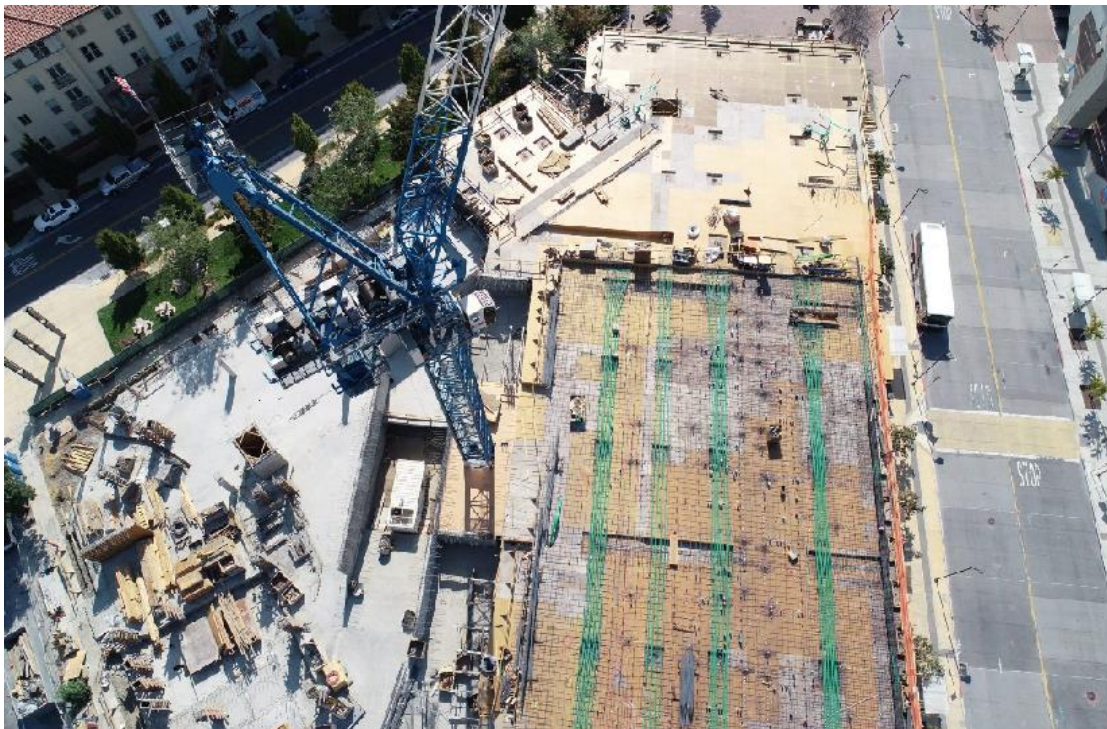
Na engenharia civil, com o aumento das técnicas e necessidade de agilizar os processos construtivos, os drones não recreativos ou VANT ganharam um espaço considerável, pois tornaram processos de gerenciamento de obra mais objetivo e produtivo. Segundo Eisenbeiss (2004, p.28), “VANT (veículos aéreos não tripulado) é

todo veículo aéreo que voa sem a necessidade de tripulantes e o controlador da aeronave está em uma base em solo”.

Contudo, as operações com os drones na obra civil pode ser realizada de maneira autônoma (através do uso de software) ou controlados por pilotos, utilizando um controle portátil (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014).

A captação de imagens realizada por drones possui um amplo potencial de utilização, sendo possível sua utilização para diversas atividades ligadas ao ramo da construção, utilizando-se de método não destrutivo na detecção de manifestações patológicas na engenharia civil, para levantamento e processamento de imagens proporcionando suporte e parâmetros técnicos sobre o processo como um todo e seus pontos críticos, análise detalhada, indicadores e desenvolvimento de novos processos. A figura 5 destaca uma imagem de um campo de obra civil de um lugar de difícil contato (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014).

Figura 5 – Imagem de uma obra da construção civil capturada por Drone.



Fonte: Ferreira (2018).

Dentre as atividades desempenhadas no âmbito da construção civil pelos drones pode-se destacar a Inspeção e monitoramento de obra civil. Que tem como objetivo garantir o melhor funcionamento, assegurando o bem-estar de todos e a qualidade da estrutura final (FERREIRA, 2018).

A inspeção visual consiste no ato de examinar e obter dados para ajuizar o andamento é uma forma de avaliação que pode ser utilizada para várias áreas de conhecimento, não só na construção civil. A inspeção se diferencia pelo fato de, através do conhecimento de técnicas adequadas, saber aferir uma atividade ou produto através da observação visual (VILLANUEVA, 2015).

Pode se então afirmar que a inspeção na construção civil consiste em um tipo de ensaio não destrutivo, na qual é realizada por um profissional capacitado capaz de fornecer dados por meio de visualização que visa garantir a qualidade de um serviço ou produto. Os processos de inspeção e manutenção são muito importantes para as obras da construção civil, pois garantem o melhor funcionamento, assegurando o bem-estar de todos e a qualidade da estrutura final (VILLANUEVA, 2015).

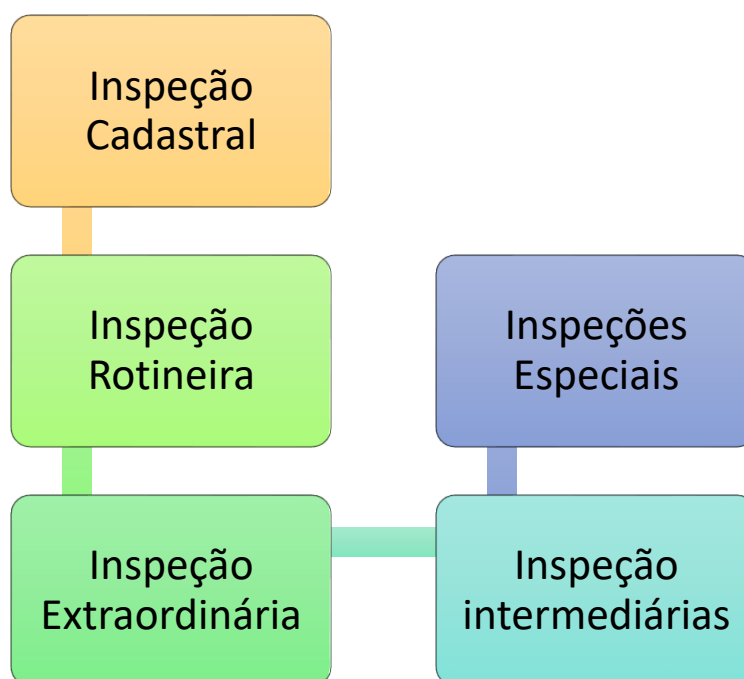
Vale destacar que o monitoramento e inspeção de obras civis são realizados por meio de verificação visual, proporcionando certas restrições de acesso aos técnicos responsáveis, principalmente em obras de estruturas como barragens, locais de refrigeração, torres, grandes igrejas e locais de difícil acesso e até mesmo em edifícios com muitos andares, no qual são imprescindíveis equipamentos de elevação para realizar o serviço. Neste aspecto, os drones são considerados equipamentos cruciais no monitoramento e inspeções, e se mostra promissor, já que elimina a necessidade de equipamentos de elevação e operadores especializados, além de garantir o aumento da segurança durante o processo de inspeção e realizar a atividade de maneira mais eficiente e econômica (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014).

4. OS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELA INSPEÇÃO E MONITORAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO DRONES.

As inspeções e os monitoramentos realizados na construção civil de um modo geral, consiste em um conjunto de técnicas especializadas que abrangem a coleta de elementos presentes no projeto e na construção civil, é um exame minucioso de estrutura, elaboração de relatórios, avaliação do estado da obra e as devidas recomendações, que podem ser de nova vistoria, de obras de manutenção, de obras de recuperação, de reforço ou reabilitação. (DNIT,2004).

Portanto existe diversos tipos de inspeção, que consistem em Inspeção cadastral, Inspeção rotineira, Inspeção extraordinária, Inspeções especiais e Inspeção intermediárias. Conforme destaca a figura 6.

Figura 6 – Tipos de Inspeção.



Fonte: adaptado DNIT(2004).

A inspeção cadastral consiste em uma verificação na estrutura realizada logo após a construção, quando ainda se encontram disponíveis os elementos de projeto e os relatórios da fiscalização ou de supervisão, que devem conter todos os informes construtivos. Trata-se de uma inspeção devidamente documentada que servirá de referência para as inspeções futuras (DNIT,2004).

A inspeção rotineira trata-se daquelas verificações habitualmente realizadas a cada dois anos, na qual a verificação tem como intuito averiguar a visualmente a

evolução das falhas detectadas em inspeções anteriores, bem como anotados novos defeitos e ocorrências, tais como recuperações, reparos, reforços e qualquer modificação de projeto (DNIT,2004).

Já a inspeção extraordinária consiste na verificação da construção com intuito de avaliar se existe dano estrutural, advindo de algum evento extraordinário de origem natural ou Humana. A inspeção intermediarias tem como objetivo monitorar uma deficiência suspeita na estrutura ou já detectada, bem como um pequeno recalque de fundação, erosão incipiente, um encontro parcialmente descalçado, o estado de um determinado elemento estrutural etc. (DNIT,2004).

Já as inspeções especiais têm essa nomenclatura pois trata-se de inspeções visuais mais meticulosas, realizadas de modo específico, com profissionais habilitados. Essas inspeções são realizadas quando as Inspeção Cadastral ou a Inspeção Rotineira revelarem defeitos graves ou críticos na estrutura da obra ou m ocasiões especiais, como antes e durante a passagem de cargas excepcionais (DNIT,2004).

Contudo, todas as inspeções são de caráter visual e proporciona informações cruciais para a tomada de decisões. A necessidade da agilidade da informação para tomada de decisão, fez com que as inspeções e monitoramento de obra no modelo convencional entrasse em desuso. A construção civil vem adotado nessas atividades a utilização de drones, capazes de realizar as atividades com mais acuracidade (OLIVEIRA; ARAUJO; ROCHA, 2016).

o procedimento convencional de monitoramento de obra, acerca do critério visual vem sendo suprido pela verificação através de drones. Este procedimento consiste em ser aplicado não somente na fase construção como também depois de finalizada a obra, ou seja, para a manutenção civil (COUTINHO; FEITAL; COSTA; 2017, p. 28).

A inspeção realizada por drone é feito através de filmagens que pode ser transformada em diversas imagens e processadas para trabalhar da melhor maneira a condição a ser atendida. A filtragem de dados, correção das filmagens e imagens faz com que se trabalhe melhor os dados obtidos em cada inspeção. Vale destacar que as imagens captadas pelas câmeras do Drone contêm uma gama de informações da construção civil e podem ser utilizadas para inúmeras atividades. A qualidade das imagens que são em alta resolução pode fornecer dados como estado de fissuras, relatório fotográfico, auditoria, vistoria cautelar, fiscalização da obra e coleta de imagens para a entrega da obra entre outras utilidades (FEITAL, 2017).

Quando se diz sobre inspeção ou monitoramento de obra civil, o uso de drones pode colaborar tanto para o aumento da segurança dos operadores de tais atividades que frequentemente usam técnicas de críticas para inspeção de áreas de acesso restrito nas edificações como para obtenção de resultados de forma mais rápida e prática. (IBAPE/MG 2019).

Silva et al. (2015) destaca que para realizar a inspeção com drones é necessário realizar algumas etapas que consiste em apresentar o Planejamento de Voo; a Execução do Voo; as atividades necessárias do Pós Voo e a Avaliação, conforme destaca a figura 7 abaixo.

Figura 7 – Etapas metodológicas para o uso de um Drone.



Fonte: Silva et al. (2015).

A utilização de drones nas inspeções e nos monitoramentos existe na construção civil pode potencializar o levantamento de dados, pegando da fase de infraestrutura até a execução e monitoramento final da obra, fornecendo imagens com detalhes referentes a patologias ou pontos com incoerência na estrutura (MORGENTHAL e HALLERMANN, 2014).

Dentre as diversas utilização de Drones na construção civil, pode se destacar também o mapeamento da área a ser construída, realizações de simulações e prévias de lançamentos, acompanhar o progresso da obra e realizar monitoramento de operários (FEITAL, 2017).

No estágio inicial de um determinado projeto um levantamento topográfico do local é necessário para obter uma boa compreensão do ambiente no qual o projeto será realizado. E nesta etapa os drones ganhara uma parcela relevante na execução, sendo possível de identificar aspectos como pontos de drenagem, mudanças na elevação e os melhores locais para construção, escavação e armazenamento de materiais. Informações de grande relevância para o planejamento e desenvolvimento do projeto, tornando a criação muito mais ágil e assegurando a acurácia centimétrica necessária (OLIVEIRA; ARAUJO; ROCHA, 2016).

O acompanhamento no campo de obras também realizada o uso da tecnologia presente nos drones, através da captura de imagens de alta qualidade, os drones permite no andamento das obras gerar mapas que possibilita a identificação de anomalias nas obras e o acompanhamento da mesma, monitorando até os operários que estão trabalhando no campo de construção (OLIVEIRA; ARAUJO; ROCHA, 2016).

Morgenthal e Hallermann (2014) Destaca que os drones podem monitorar toda uma área, substituindo inclusive motocicletas e automóveis que percorrem grandes áreas, são lentos e geram custo operacional altíssimo para as empresas.

A utilização do drone pode acontecer até os ajustes finais da construção, tendo a responsabilidade de manter o nível de qualidade da obra estendendo até a fase de inspeção predial, em que já é observado a estrutura construída e funcionando. Portanto, o uso dos drones para avaliação das estruturas da construção civil é importantíssimo, pois garante obras com condições e padrões de segurança (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do trabalho consistiu em demonstrar a funcionalidade e os benefícios proporcionados pela inspeção e monitoramento na construção civil utilizando drones. E em uma sequência de três capítulos estruturado de conteúdo, que teve como tem como objetivos específicos, apresentar a construção civil no Brasil; contextualizar os drones e evidenciar os benefícios proporcionados pelos drones na inspeção e monitoramento dentro da construção civil, pode se dizer que o objetivo geral foi alcançado com êxito.

De início o trabalho trouxe uma breve apresentação da construção civil no Brasil, colocando em destaque a importância econômica atualmente e contextualizando a história e a evolução da construção civil no país, apresentando cada momento importante que o setor vivenciou do seu início até os dias atuais.

Em um segundo momento o trabalho destaca a evolução da tecnologia nos últimos tempos e faz destaque aos drones e sua utilização na construção civil, colocando embasamento de como a tecnologia pode atuar no setor civil e traz consigo modelos de utilização e os benefícios.

Por fim o trabalho evidencia os benefícios proporcionados pelos usos dos drones na inspeção e monitoramento dentro da construção civil, destacando a forma de utilização e apresentando os inúmeros benefícios proporcionados pelo uso do drone em diversas atividades executadas no campo de obra de uma determinada construção Civil. É importante ressaltar que a tecnologia não para de crescer, e a cada dia novos equipamentos surge com intuito de promover benefícios nos setores presente no mercado. Com essa perspectiva fica como proposta de trabalho futuro a realização de um trabalho que destaque outros equipamento tecnológicos utilizados na construção civil.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. de C. **Prática de pequenas construções**. 6ª Edição. São Paulo, Editora Blucher, 2010.

BORGES, Rodrigo Cella & SILVA, Sávio Torres da. **Usos de Drones em Estudos Ambientais**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande/MS: 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Savio_Torres_Da_Silva/publication/330834388_USOS_DE_DRONES_EM_ESTUDOS_AMBIENTAIS/links/5c561a4892851c22a3a4b516/USOS-DE-DRONES-EM-ESTUDOS-AMBIENTAIS.pdf?origin=profileFeaturedResearchPublicationItem. Acessado em: 10 de abril de 2021.

BRANCO, L. A. M. N.; NEVES, D. R. R. **Estratégia de inspeção predial**. Revista Construindo, Belo Horizonte: v. 1, n.2, p. 12-19, jul./dez. 2009.

CONSTRUBUSINESS/2001. **Habitação Social - Moradia para Todos**. Quarto Seminário da Indústria Brasileira da Construção. FIESP/CIESP. São Paulo, 2001.

COSTA, A. DA S. **Interpretação dos requisitos e avaliação das motivações e dificuldades na sua implantação por construtoras** [Projeto Final (Graduação em Engenharia Civil)]. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. 2016.

COUTINHO, I.; FEITAL, M. R.; COSTA, S. Q. **Inovação na Gestão da Qualidade: Utilização de VANT em Inspeções em Projetos Cíveis**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 6. 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SINGEP VI, 2017.

CUNHA, Gabriel De C. **A Importância Do Setor De Construção Civil Para o Desenvolvimento Da Economia Brasileira E As Alternativas Complementares Para O Funding Do Crédito Imobiliário No Brasil**. Universidade Federal Do Rio De Janeiro. 2012.

DNIT, 2004. NORMA DNIT 010/2004 - PRO. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério dos Transportes. Brasil. 2004.

EISENBEISS, Henri. **Um mini veículo aéreo não tripulado (UAV): visão geral do sistema e aquisição de imagens**. Pitsanulok, Tailândia. Novembro de 2004. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/A-MINI-UNMANNED-AERIAL-VEHICLE-\(UAV\)%3A-SYSTEM-AND-isenbeiss/31e4725e74bf623aeaf86782f52d9f140b2af153](https://www.semanticscholar.org/paper/A-MINI-UNMANNED-AERIAL-VEHICLE-(UAV)%3A-SYSTEM-AND-isenbeiss/31e4725e74bf623aeaf86782f52d9f140b2af153). Acesso em: 03 de março de 2021.

EISENBEISS, Henri. **Um mini veículo aéreo não tripulado (UAV): visão geral do sistema e aquisição de imagens**. Workshop Internacional sobre "Processamento e visualização usando imagens de alta resolução". Pitsanulok, Tailândia. 2004.

FEITAL, Marcelo Rosa. **Uso de equipamentos robotizados para inspeção de Projetos de Construção Civil**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Pós-

Graduação em Gerenciamento de Projetos) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2017.

FERREIRA, J. V. S. **Inspeção e monitoramento de obras de arte especiais com vista a manutenção preditiva**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

GHEISARI, M.; IRIZARRY, J.; WALKER, B.N. **Avaliação da usabilidade da tecnologia drone como ferramentas de inspeção de segurança**. *Jornal de Tecnologia da Informação na Construção*. v.17. 2012.

GONÇALVES, J. P. **Acesso ao Financiamento para a Moradia pelos Extratos de média e Baixa Renda: a Experiência Recente**. CEPAL, 1997.

HORTA, G. T. DE L.; GIAMBIAGI, F. **Perspectivas DEPEC 2018: O crescimento da economia brasileira 2018-2023**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. 2018.

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. **Prática recomendada de inspeção predial, vistoria cautelar e perícias de engenharia com uso de VANT'S**. 2019. Disponível em: <https://www.ibapemg.com.br/2018/wp-content/uploads/2019/03/revisao-pr-drones-vfinal.pdf>. Acessado em: 30 de nov. de 2021.

MONTEIRO, S. Sair do papel. **Revista Conjuntura Econômica**, 74(3), 38–46. 2020.

MORAES, Saulo Martoreli da Silva de. **Estratégias competitivas adotadas na construção civil brasileira: Uma análise das empresas líderes do setor**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009.

MORGENTHAL, G.; HALLERMANN, N. **Quality Assessment of Unmanned Aerial Vehicle (UAV)**. Based Visual Inspection. 2014

MORGENTHAL, G.; HALLERMANN, N. **Quality Assessment of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based Visual Inspection of Structures**. *Advances in Structural Engineering*, Vol. 17 No. 3. 2014.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS E. T. **Contribuição da tecnologia da informação ao processo de projeto na construção civil**. *Revista Academia.edu*, 2003. Disponível em:

https://www.academia.edu/826246/A_contribui%C3%A7%C3%A3o_da_tecnologia_da_informa%C3%A7%C3%A3o_ao_processo_de_projeto_na_constru%C3%A7%C3%A3o_civil. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

OLIVEIRA Otávio José de. **Sistemas da qualidade na indústria da construção civil do Brasil**. *Revista PUCSP*, 2001. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/view/8534>. Acessado em: 01 de nov. de 2021.

OLIVEIRA, E. C.; DE ARAÚJO, E. E.; ROCHA, E. K. **A importância do uso de drones e sua aplicação na manutenção.** PMKB, 2016. Disponível em: <http://pmkb.com.br/artigo/drones-e-sua-aplicacao-na-manutencao>. Acessado em: 30 de out. de 2021.

SANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais.** Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas, Maceió: v. 1, maio 2014.

SHULMAN, M. In: SFI, **um novo modelo habitacional.** ABECIP, 1996.

SILVA, I.F.B.R. **Covered Bond: Alternativa de Funding para o Mercado Imobiliário Brasileiro?** III Prêmio Abecip de Monografias em Crédito Imobiliário e Poupança. Tema: Alternativas de funding para o Crédito Imobiliário. Categoria: Profissional, 2009.

TESTONI, L. E. **As principais aplicações do uso de VANT em processo construtivo.** 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, FURB. Blumenau/SC: 2018-1. [On Line]. Disponível em: http://www.bc.furb.br/docs/MO/2018/364575_1_1.pdf. Acesso em: 24 out. 2021.

VILLANUEVA, Marina M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação,** 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000970.pdf>. Acessado em 01 nov. 2021.