FACULDADE DA AMAZÔNIA

CURSO DE AGRONOMIA

JESLANE FERREIRA SILVA

MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA URBANA DE VILHENA ATRAVÉS DE FOTOGRAMETRIA COM VANT

VILHENA
2018

JESLANE FERREIRA SILVA

MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA URBANA DE VILHENA ATRAVÉS DE FOTOGRAMETRIA COM VANT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia da Faculdade da Amazônia, como parte dos quesitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Esp. Willian Pereira da Silva

VILHENA
2018

FACULDADE DA AMAZÔNIA

PORTARIA CREDENCIAMENTO MEC Nº: 3.362, DE 19/10/2004

Mantenedor: INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA S/C LTDA-ME – IESA
Rua: Walisson Junior Arrigo, (743) , nº 2043 – Cristo Rei Cep:76983496
Vilhena-RO (69) 2101-0850 CNPJ: 04.398.722/0001-05.

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos onze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e dezoito, na sala de defesa de monografias da Faculdade da Amazônia, às 18:00 horas, a acadêmica **Jeslane Ferreira Silva**, do Curso de **AGRONOMIA** dessa Instituição, defendeu o seu TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, com o tema **"Mapeamento dos processos erosivos em área urbana de Vilhena através de fotogrametria com VANT"** na presença da Banca Examinadora formada pelo professor **Willian Pereira da Silva** (Orientador e presidente da banca), professora **Gleice Fernanda Bento** (1º membro) e professor **Rafael Cipriano da Silva** (2º membro).

O trabalho foi julgado Aprovada mediante nota igual a 9,5. E por não haver nada mais a tratar, foi lavrada esta ata que será assinada pelos presentes.

BANCA EXAMINADORA

willian Pereira da Silva
Prof. Willian Pereira da Silva
(Presidente)

Gleice Fernanda Bento
Profa. Gleice Fernanda Bento
(1º membro)

Prof. Rafael Cipriano da Silva
(2º membro)

Jeslane Ferreira Silva
Jeslane Ferreira Silva
Acadêmica

Dedico a toda minha família, sem os quais estacaminhada não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao Arquiteto do Universo por todas as bênçãos concedidas em minha vida.

Aos meus pais João Veriano da Silva e Alení Cardoso Ferreira Silva, por seus cuidados, amor, dedicação, e exemplo de vida.

A todos meus irmãos por acreditarem em mim e por seu carinho e amor.

A todos professores que contribuíram para minha formação em especial ao meu orientador WillianPereira da Silva.

Aos

colegas de várias turmas que sempre estiveram presentes os quais sei que sempre pude contar.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse concluído. Sou imensamente grata.

RESUMO

A obtenção de informações geográficas através dos Veículos Aéreos Não Tripulados – VANTs, atualmente é possível devido o avanço da tecnologia. O objetivo dessa pesquisa foi demonstrar a potencialidade da utilização do VANT para monitoramento de campo e posteriormente avaliação qualitativa do equipamento e dos produtos gerados. Assim foi realizado o mapeamento de processos erosivos que estão ocorrendo nas extremidades da cidade de Vilhena numa área localizada no final da Av. Curitiba, no bairro Cristo Rei e outra no inicio da linha 135 no bairro União. A ferramenta utilizada foi um Drone Phantom3 da DJI (Jiãng Innovations Science and Technology Co. Ltd.), o equipamento foi sincronizado a um software DroneDeploy, por meio do qual foi possível gerar os objetos: Modelos Digitais de Superfície, que se refere ao conjunto de pontos com coordenadas conhecidas em um determinado sistema de referencia cartográfica. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, produto que serve para analisar a condição da vegetação. E Modelo Digital de Elevação, que representa as altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações. Através das informações obtidas nos objetos foram realizadas as análises dos processos erosivos e a contextualização da potencialidade como tecnologia atual. O mapeamento com DRONE foi capaz de fornecer resultados de alta qualidade e precisão que antes não era possível devido ao seu alto custo com aeronave comum. Concluindo-se que o estudo alcançou o objetivo proposto de identificar os processos erosivos ocorrentes em área urbana do município de Vilhena por meio de mapeamento com um VANT, sendo sua classificação o ultima estagio de evolução de uma erosão “voçoroca”. O equipamento “drone” demonstrou ser um equipamento viável com potencial em monitoramento de campo.

Palavras-chave: Tecnologia, erosão pluvial. Drone.

ABSTRACT

Obtaining geographic information through Unmanned Aerial Vehicles - VANTs, is currently possible due to the advancement of technology. The objective of this research was to demonstrate the potential of the use of the VANT for field monitoring and then qualitative evaluation of the equipment and the products generated. The mapping of erosive processes that are taking place at the ends of the city of Vilhena in an area located at the end of Av. Curitiba, in the Cristo Rei neighborhood, and at the beginning of line 135 in the neighborhood of União, was carried out. DJI (Jiāng Innovations Science and Technology Co. Ltd.), the equipment was synchronized to a DroneDeploy software, through which it was possible to generate the objects: Digital Surface Models, which refers to the set of points with known coordinates in a given cartographic reference system. The Index of Vegetation by Normalized Difference, product that serves to analyze the condition of the vegetation. And Digital Elevation Model, which represents the altitudes of the topographic surface aggregated to the geographic elements existing on it, such as vegetation cover and buildings. Through the information obtained in the objects were carried out the analyzes of the erosive processes and the contextualization of potentiality as current technology. The DRONE mapping was able to provide high quality and precision results that were previously not possible due to its high cost with common aircraft. It was concluded that the study reached the proposed objective of identifying the erosive processes occurring in an urban area of the municipality of Vilhena by means of mapping with a UAV, being its classification the last stage of evolution of a "voçoroca" erosion. The "drone" equipment proved to be a viable equipment with potential in field monitoring.

Key words: Technology. Rain erosion. Drone.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA DE ESTUDO 19
FIGURA 2 - FAIXAS DO PLANO DE VOO DO DRONEDEPLOY. 20
FIGURA 3 - PLATAFORMA DE UPGRADE DO DRONEDEPLOY. 21
FIGURA 4 - PLATAFORMA DRONEDEPLOY 21
FIGURAS 5 – A) IMAGEM OBTIDA PELO VANT E B) IMAGEM DE SATÉLITES DA DIGITALGLOBE 23
FIGURA 6 - ORTOFOTO DA ÁREA DE ESTUDO 24
FIGURA 7 - ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA 25
FIGURA 8 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados)

DJI (Jiāng Innovations Science and Technology Co. Ltd.)

GPS (Sistema de Posicionamento Global)

HD (“High Definition” significa“Alta Definição)

LVA (lato-solo vermelho/amarelo)

Wi-Fi (é uma abreviação de “Wireless Fidelity”)

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

MDE (Modelo Digital de Elevação)

MDS (Modelos Digitais de Superfície)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....11

2 REVISÃO DE LITERATURA.....13

2.1 ABORDAGENS SOBRE OS VANTS.....13

2.2 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTs) .13

2.2.1 Regulamentação.....14

2.3 EROSÕES PLUVIAIS 15

2.3.1 Erosão laminar.....16

2.3.2Erosão linear 17

3 MATERIAL E METODOS 19

3.1 PLANEJAMENTO DE VOO 20

3.2 PROCESSAMENTO DAS FOTOGRAFIAS 20

3.3 DESCRIÇÕES DOS PRODUTOS GERADOS 22

3.3.1 Modelos Digitais de Superfície 22

3.3.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada 22

3.3.3 Modelo Digital de Elevação.....22

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....23

4.1 Modelos Digitais de Superfície 23

4.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada 24

4.3 Modelo Digital de Elevação.....25

REFERENCIAS.....28

ANEXO 1.....31

1 INTRODUÇÃO

Um dos agravantes dos processos erosivos urbanos é o crescimento desordenado das cidades e o planejamento inadequado das mesmas. A erosão do solo é um processo de desprendimento, transporte e deposição das partículas do solo tendo como o principal agente a água. Sendo um fenômeno natural que ocorre independente da ação humana, porém, esta tende a intensificá-los, tornando a erosão acelerada. No município de Vilhena/RO essas características são percebidas na área degradada localizado entorno da cidade, onde a origem do processo erosivo deve-se aos pontos de lançamento de redes de drenagem.

Os VANTs são aeronaves que possuem a capacidade de voar sem tripulação e podem ser pilotadas remotamente por operadores humanos ou guiados por programas computacionais. É comumente chamado de “Drones”, sendo esse termo *drone* mais usual nos Estados Unidos. Às diversas aplicações dos VANTs no sensoriamento remoto essa nova plataforma tem revolucionado o mapeamento em diversas áreas, sendo aplicado na agricultura, monitoramento ambiental, entre outros (LONGHITANO, 2010). Segundo Lillesandet al. (2014) o sensoriamento remoto (SR), é conceituada como uma ciência de obtenção de informação de área, objeto e fenômeno através de dispositivo que não contato direto com a fonte da informação. As vantagens dos VANTs frente aos outros equipamentos são diversas, entre eles destacam-se o seu baixo custo, sua adaptabilidade frente às diversas situações potenciais de uso, possibilidade de voos mais próximos à superfície terrestre, os quais permitem maior detalhamento, e por ser pilotagem remota, permite maior segurança (CASSEMIRO e PINTO, 2014). Segundo Melo e Costa (2015), atualmente no mercado existem dois tipos de VANTs, a diferença entre eles é basicamente o sistema aerodinâmico, podendo ser em asa fixa ou rotativa.

A fotogrametria é a ciência que mapeia áreas através de câmeras integradas em *Drones* capturando imagens aéreas com precisão, na qual obtém informações de confiança sobre objetos e do meio ambiente com o uso de processos de registro, medições e interpretações das imagens fotográficas, gerando mapas inteligentes que permite ser analisado para identificação de problema. Assim a fotogrametria, apresenta-se como uma técnica de geoprocessamento de alto potencial para analise espacial, dando suporte à tomada de decisões sobre a identificação de áreas erodidas e áreas de risco de erosão.

Na área que foi estudada no presente trabalho a degradação é agravada por um ponto de lançamento de rede de drenagem que capta a água pluvial dos bairros. Uma forma de manifestação desta degradação do ambiente são os processos erosivos, que se manifestam

principalmente na forma de ravinas e voçorocas, que além de contribuir prejudicialmente para a estética do meio ambiente e risco de desabamento também afetam o recurso natural solo, desagregando-o e tornando-o menos fértil.

Diante desse pressuposto o principal objetivo deste trabalho foi identificar os processos erosivos ocorrentes em área urbana do município de Vilhena por meio de mapeamento com um VANT para classificação das erosões ocorrentes, demostrando assim a potencialidade do equipamento VANT em monitoramento de campo, tanto quanto sua viabilidade quanto a sua aplicabilidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ABORDAGENS SOBRE OS VANTS

Com o avanço da tecnologia nos últimos anos, o mercado de VANTs vem se tornando grande tendência. Tecnologia desenvolvida para atuar em atividades militares, passou a serem ‘utilizadas em aplicações nas diversas outras áreas. Atualmente proporciona a possibilidade de implantação de métodos inovadores para obtenção de informações geográficas. Um estudo realizado na Itália obteve resultados positivos na utilização de VANT com finalidade de detectar possíveis pontos de acúmulo de contaminantes no solo (PEREIRA et al. 2017)

Uma abordagem de Pereira et al. (2015) apontam os VANTs como uma imensa revolução tecnológica, onde estes tem potencial de utilização em diversos segmentos principalmente imageamento, e esta tecnologia esta evoluindo rapidamente. Esses mesmos autores relatam que o imageamento por outras ferramentas tais como satélite e aviões, proporcionaram uma visão diferenciada da superfície terrestre, porem, essas tecnologias possuem algumas limitações. Dentre as quais pode destacar alto custo, outra limitação importante é a climática, principalmente em relação a chuvas e cobertura de nuvens, que podem inviabilizar completamente o imageamento.

O geoprocessamento, o ramo da geografia e da cartografia que trata do processamento de informações geográficas, passa a contar com mais uma ferramenta, os Drones ou VANTs. Sendo uma alternativa de altíssima tecnologia para os trabalhos de mapeamento e monitoramento, sejam eles com imagens comuns ou de sensoriamento remoto. Segundo Scussel (2016), esta tecnologia pode reduzir em até 70% do custo se comparada à técnica de georreferenciamento convencional. Porem por se tratar de tecnologia ainda não consolidada necessitando de mais atenção ao utilizar os dados obtidos.

2.2 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTs)

O primeiro emprego conhecido de veículos aéreos não tripulados (VANTs) ocorreu ainda no século 19, onde registros ditam que o exército austríaco atacou a cidade de Veneza usando balões carregados de explosivos. Devido o alto custo e a complexidade das plataformas estas eram desenvolvidas e adquiridas apenas para emprego militar. Ubiratan (2015) faz uma abordagem sobre o engenheiro Nikola Tesla, onde este descreveu no ano de

1915 um estudo sobre o potencial militar de uma frota de veículos de combate aéreo não tripulado. O autor também relata que o primeiro VANT moderno surgiu apenas 1951, quando a Ryan Aeronautical Company passou a desenvolver o Firebee, um VANT destinado a servir como alvo aéreo. Em resumo, o principal interesse em veículos não tripulados na época era para emprego militar.

Muitas empresas passaram a investir nessa tecnologia para atender às necessidades da Marinha, do Exército e da Aeronáutica. Posteriormente foi surgindo o interesse do mercado civil de VANT. Desde então o mercado de VANTs tanto do usuário civil quanto militar só vem crescendo no mundo devido a custo mais baixo de aquisição do equipamento, facilidade de realizar o voo por meio de sistema de controle remoto e surgimento de diversos softwares mais simples que são adaptados a sensores a bordo de VANTs para processamento de dados (ALMEIDA, 2014).

2.2.1 Regulamentação

Em 2017 a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) aprovou o regulamento especial para utilização de aeronaves não tripuladas, popularmente chamadas de drones. O objetivo da norma é tornar viáveis as operações desses equipamentos, preservando-se a segurança das pessoas.

O normativo foi elaborado levando-se em conta o nível de complexidade e de risco envolvido nas operações e nos tipos de equipamentos. O regulamento sobre aeronaves não tripuladas foi amplamente discutido com a sociedade, associações e empresas interessadas, bem como com outros órgãos públicos (ANAC, 2017).

A classificação de VANTS de acordo com as normas da ANAC foram categorizadas em três classes, seguindo o seguinte critério, peso máximo de decolagem do equipamento, esta classificação é apresentada no Quadro 1 (ANAC, 2017).

O cadastro dos drones (aeromodelos ou RPA Classe 3) com peso máximo de decolagem superior a 250g é obrigatório e deve ser feito pelo Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) da ANAC pelo endereço sistemas.anac.gov.br/sisant. O número de identificação gerado na certidão de cadastro deve estar acessível na aeronave ou em local que possa ser facilmente acessado, de forma legível e produzido em material não inflamável (ANAC, 2017).

A certidão de cadastro da aeronave não tripulada utilizada no presente trabalho pode ser visualizada no anexo1.

Os voos com aeromodelo e RPA Classe 3 não precisam ser registrados. Os voos com as demais aeronaves não tripuladas devem ser registrados.

Quadro 1: Classificação de VANT de acordo com regras da Agência Nacional de Aviação Civil.

Classe	Peso Máximo de Decolagem	Exigências de Aeronavegabilidade
Classe 1	Acima de 150 kg	De acordo com a regulamentação, equipamentos desse porte devem ser submetidos a processo de certificação semelhante ao existente para as aeronaves tripuladas, esses drones devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) e identificados com suas marcas de nacionalidade e matrícula.
Classe 2	Acima de 25 kg e abaixo ou igual a 150 kg	Estabelece os requisitos técnicos que devem ser examinados pelos fabricantes e determinando que a autorização de projeto aconteça apenas uma vez. Esses drones devem ser registrados no (RAB) e identificados com suas marcas de nacionalidade e matrícula.
Classe 3	Abaixo ou igual a 25 kg	RPA Classe 3 que operem acima da linha de visada (BVLOS) ou acima de 400 pés (120m) devem ser de um projeto autorizado pela ANAC e devem ser registradas e identificadas com suas marcas de nacionalidade e matrícula. Drones que operarem em até 400 pés (120 m) acima da linha do solo e em linha de visada visual (VLOS) não precisaram ser de projeto autorizado, mas devem ser cadastradas na ANAC, através do sistema SISANT.

Fonte: Adaptada de ANAC, 2017.

2.3 EROSÕES PLUVIAIS

Segundo Conciani (2008) a erosão pode ser conceituada de diferentes formas, para o autor a erosão é um processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pelas intempéries. De uma forma geral, erosão é um termo que representa um conjunto de ações que inclui o desprendimento (desagregação), o arraste (transporte) e a deposição das partículas de solo causada por agentes erosivos (FERNANDES, 2011, p.17).

Guerra e Mendonça (2010) enfatizam que a erosão dos solos é causada por fatores naturais, como a quantidade e distribuição das chuvas, declividade, tipos de solos, o tipo de

cobertura vegetal, e também por ação antrópica. Fernandes (2011) reforça que a ação do homem acelera e aumenta a intensidade da erosão.

A erosão dos solos está diretamente relacionada às precipitações pluviais, particularmente em regiões tropicais como em região Norte, onde ocorrem altos índices pluviométricos, tal fator climático juntamente com as atividades humanas como o crescente número de habitações implantadas em locais inadequados, loteamentos sem estudos de impactos ambientais só agrava os processos erosivos (TARCÍSIO, 2014).

Segundo Rubira (2016) a aceleração da erosão em áreas urbanas se dá pela intervenção humana principalmente relacionada às obras de engenharia tais como: exposição de taludes de corte em rodovias e barragens não protegidas; obras de retificação de canais e de rios (aterros, linhas de esgoto, tubulações); criação de loteamentos sem tomar medidas de precaução com a rede de drenagem; deposição de resíduos sólidos.

Com as construções civis ocorre à impermeabilização do solo fazendo com que aumente o volume e a velocidade de escoamento superficial, a força com que chega aos canais fluviais resulta em processos erosivos marginais e consequentemente causa o assoreamento de curso de rios (RUBIRA et al. 2016).

A erosão pluvial é problema enfrentado pela maioria das áreas urbanas devido à concentração do escoamento das águas superficiais pelas ruas, redes de drenagem e esgotos. Como obras de engenharia de drenagem superficial inexistente, mal dimensionada ou inacabada. Na cidade de Vilhena a erosão que ocorre nas extremidades da cidade tem como agravante os pontos de lançamento das redes de drenagem que capta as águas pluviais em conjunto com o relevo acidentado, solo arenoso que é propicio a erosão, altos índices pluviométricos e atividades humanas (construções civis, urbanização etc.) agrava ainda mais o processo erosivo. Esse lançamento das aguas pluviais em áreas inadequada provocou os processos erosivos na área em estudo (MENDES, 2014).

A erosão causada pela água pode ser das seguintes formas: laminar ou linear que constitui o processo erosivo por escoamento ou por concentração de fluxo de água (sulcos, ravinas e voçorocas), por se constituírem em processos erosivos que envolvem mecanismos e condições diversas.

2.3.1 Erosão laminar

Erosão laminar é ocasionada por ações hídricas superficiais difusas. O escoamento das aguas da chuva podem formar pequenas fissuras provocando a erosão hídrica que é denominada por diversos autores como laminar. Almeida Filho (2000) considera a erosão laminar muitas vezes difícil de ser observada, mas que, dependendo da intensidade do fenômeno, o solo apresenta características tais como: coloração mais clara; diminuição da produtividade e, abaixamento da cota do terreno.

2.3.2Erosão linear

Erosão linear é ocasionada por ações hídricas superficiais concentradas. Almeida Filho (2000) conceitua este tipo de erosão por remoção de grandes massas de solo e sedimentos, causada por enxurradas concentradas em alta velocidade. O escoamento concentrados das partículas de solo pode causar grandes aberturas lineares e sua evolução da origem a três tipos de erosão, sulcos, ravinas e voçorocas.

Sulcos: Essa erosão ocorre quando o fluxo d'agua de grande volume transporta grande quantidade de partículas. Os sulcos é uma erosão onde o arrastamento das partículas do solo pela agua formando fissuras de ate 0,5m (ARAUJO, 2011).

Ravinas: É uma erosão causada principalmente por acumulo de agua no terreno, formando canaletas bem definidas (SILVA et al, 2003). Essa forma erosiva atinge profundidade maior que 0,5 m, escavação do solo ocorre até seus horizontes inferiores através do escoamento superficial, as ravinas podem ser de forma retilínea, alongada e estreita.

Voçoroca: A voçoroca é, o estagio mais avançado de erosão acelerada, essa vai se aprofundando até atingir o lençol freático, que aflora no fundo do canal (MAGALHÃES, 2001). A combinação das águas do escoamento superficial e subterrâneo condiciona uma evolução lateral e longitudinal desse tipo de erosão.

2.4 EROSÃO URBANA

As erosões urbanas são ocasionadas pela falta de planejamento e estão relacionados tanto com o meio físico quanto com as condições socioeconômicas. Por isso a erosão urbana é um problema de países em desenvolvimento como o Brasil (GUERRA; MARÇAL, 2004).

A ampliação nas áreas construídas e pavimentadas faz com que aumentem o volume e a velocidade das enxurradas, desde que não dissipadas e concentram o escoamento e com

isso acelera o processo de desenvolvimento de boçorocas e ravinas (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2012). O autor ainda reforça que o crescimento desordenado das cidades com ocupação nos terrenos mais próximos ás ocorrências de erosão geralmente as voçorocas e ravinas além do risco de acidente essas erosões se tornam áreas de despejo de lixo e o mesmo são lançados junto com esgotos e acaba transformando a erosão em foco de doenças e torna se mais danosas ao meio ambiente (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2012).

Nas áreas urbanas as concentrações de fluxo de aguas pluviais e o sistema de drenagem precário são fatores que predominantes dos processos erosivos. Fatores de impermeabilidade do solo e aumento da velocidade do escoamento superficial sobre o pavimento ao encontrar área descoberta de solo pode desencadear processos erosivos (BOTELHO; SILVA, 2010).

3 MATERIAL E METODOS

Para realização dessa pesquisa, utilizou-se o equipamento DJI Phantom3 Standard para o imageamento de áreas de interesse e obtenção das imagens, o software foi o DroneDeploy (disponível para os sistemas IOS e Android), através desse software foi possível realizar o planejamento do voo e o processamento dos dados obtidos no campo. A altura média de voo foi determinada em 100 metros, devido ao estudo preliminar do relevo da área a ser mapeada.

As áreas adotadas para o presente estudo são duas áreas localizadas na periferia da cidade de Vilhena, e o problema observado originou de ponto de lançamento de redes de drenagem das aguas pluviais. O grande volume de agua provocou a erosão que só tem agravado a cada dia. De acordo com a EMBRAPA (2011), o clima da região é caracterizado por clima tropical Aw segundo a classificação de Köppen, sendo a precipitação média anual em torno de 1908 mm, apresentando temperatura máxima à temperatura média anual em Vilhena de 20,8 °C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA).

A área em estudo vem passando por diversos processos de contenção e reparação, assim o objetivo dessa pesquisa é demonstrar a potencialidade da utilização do VANT para monitoramento de campo e posteriormente avaliação qualitativa do equipamento e dos produtos gerados. Uma das áreas fica localizada no final da Av. Curitiba, no bairro Cristo Rei e a outra na entrada linha 135 no bairro União. Conforme indicada na figura1.

Figura 1 - Área de estudo

Fonte: www.google.com/maps

3.1 PLANEJAMENTO DE VOO

O planejamento dos vôos foram realizados no software DroneDeploy (disponível para os sistemas IOS e Android) na qual foi usada a licença gratuita de 30 dias , o aplicativo fez a definição da rota que o VANT deveria seguir em todo o campo para aquisição das fotografias aéreas verticais. As fotografias tiveram como finalidade, a aquisição qualitativa de dados cartográficos, o produto final desejado sendo a ortofoto, modelo digital de terreno e aplicação do índice de vegetação MPRI. A altura média de voo foi determinada em 100 metros, devido ao estudo preliminar do relevo e do tamanho da área a ser imageada. Foram estabelecidos, cinco faixas de voo de (9 fotografias por faixa, em média). A seguir pode se observar as faixas do plano de voo do DroneDeploy (Figura 2).

Figura 2 - Faixas do plano de voo do DroneDeploy.

3.2 PROCESSAMENTO DAS FOTOGRAFIAS

O processamento das imagens se deu por meio do software DroneDeploy este procedimento seguiu etapas, a primeira etapa foi descarregar as imagens do cartão USB em um computador, a próxima etapa foi fazer o “Upgrade” (melhoria) que consistiu no envio das imagens para a plataforma DroneDeploy para posterior processamento das mesmas, parte da etapa do procedimento descrito é apresentadas a seguir na figura 3 e figura 4.

Figura 3 - Plataforma de Upgrade do DroneDeploy.

Fonte: wwwdronedeploy.com

Figura 4 - Plataforma DroneDeploy

Fonte: wwwdronedeploy.com

3.3 DESCRIÇÕES DOS PRODUTOS GERADOS

3.3.1 Modelos Digitais de Superfície

O Modelos Digitais de Superfície (MDS) se refere ao conjunto de pontos com coordenadas conhecidas em um determinado sistema de referencia cartográfica, equidistante ou não e com elevação conhecida. O Drone captura diversas imagens, através do software de processamento de dados (DroneDeploy) onde este unifica as imagens em uma única imagem georreferenciada cobrindo toda a área de interesse. Esse processo é possível devido ao GPS embarcado no drone, que unido a uma base GNSS de solo proporciona precisão satisfatória onde cada pixel da foto possui sua coordenada geográfica conhecida.

3.3.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é a abreviação da expressão em inglês para Normalized Difference Vegetation Index. Este produto serve para analisar a condição da vegetação. O NDVI é usado para medir a intensidade de atividade de clorofila.

3.3.3 Modelo Digital de Elevação

O Modelo Digital de Elevação (MDE) representa as altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da exposição da qualidade das imagens capturadas pelo VANT DJI Phantom3 Standard em campo e o processamento digital, o presente estudo atingiu seu objetivo principal.

Comparando a qualidade das imagens obtidas pelo VANT a qual se destaca da imagem disponibilizada pela malha de satélites da digitalglobe. As imagens foram capturadas com altitude de 100 m, a resolução das imagens do Google Earth possui 15 metros por pixel, já as imagens do DJI Phantom3 Standard conta com uma resolução de 3cm por pixel, viabilizando sua utilização para mapeamentos e atualizações cartográficas. Na Figura 5, pode se observar a comparação das imagens obtidas pelo VANT e a imagem disponibilizada pela malha de satélites da digitalglobe.

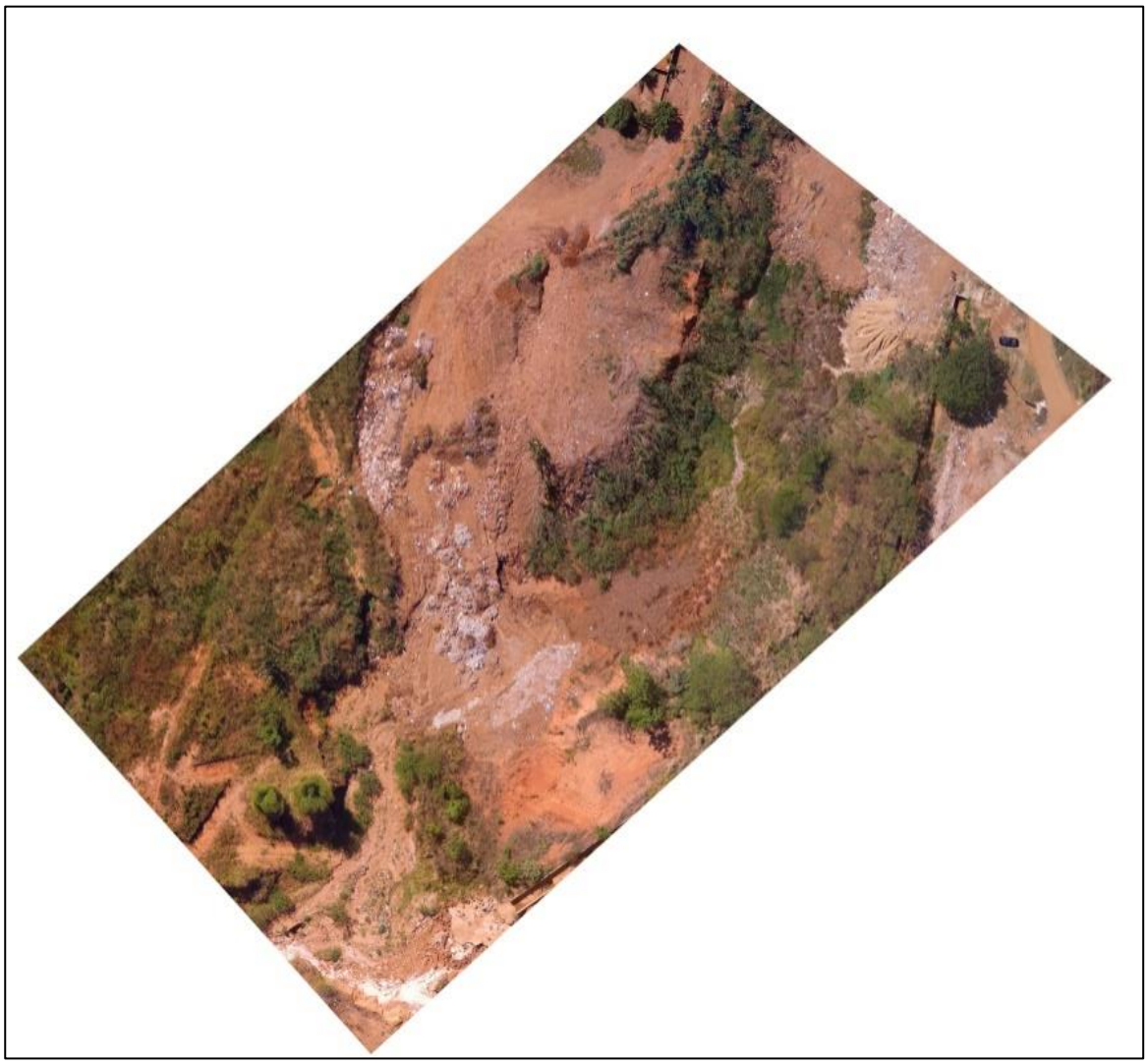
Figuras 5 – A) imagem obtida pelo VANT e B) imagem de satélites da digitalglobe

Fonte: Autor, 2018; GOOGLE, 2018.

4.1 Modelos Digitais de Superfície

A imagem gerada é denominada de Ortofotos ou mosaico de Ortofotos e este permitem a análise de pequenas e grandes áreas com alto nível de resolução espacial. Possibilitando ser utilizado em estudos e projetos que posteriormente serão executados em solo. A geração do Ortofotos traz para o ambiente computacional a área a ser estudada e por imagem planimetricamente corretas, as Ortofotos podem ser usadas como cartas para medidas diretas de distancias, ângulos, posições e áreas.

Figura 6 - Ortofoto da área de estudo



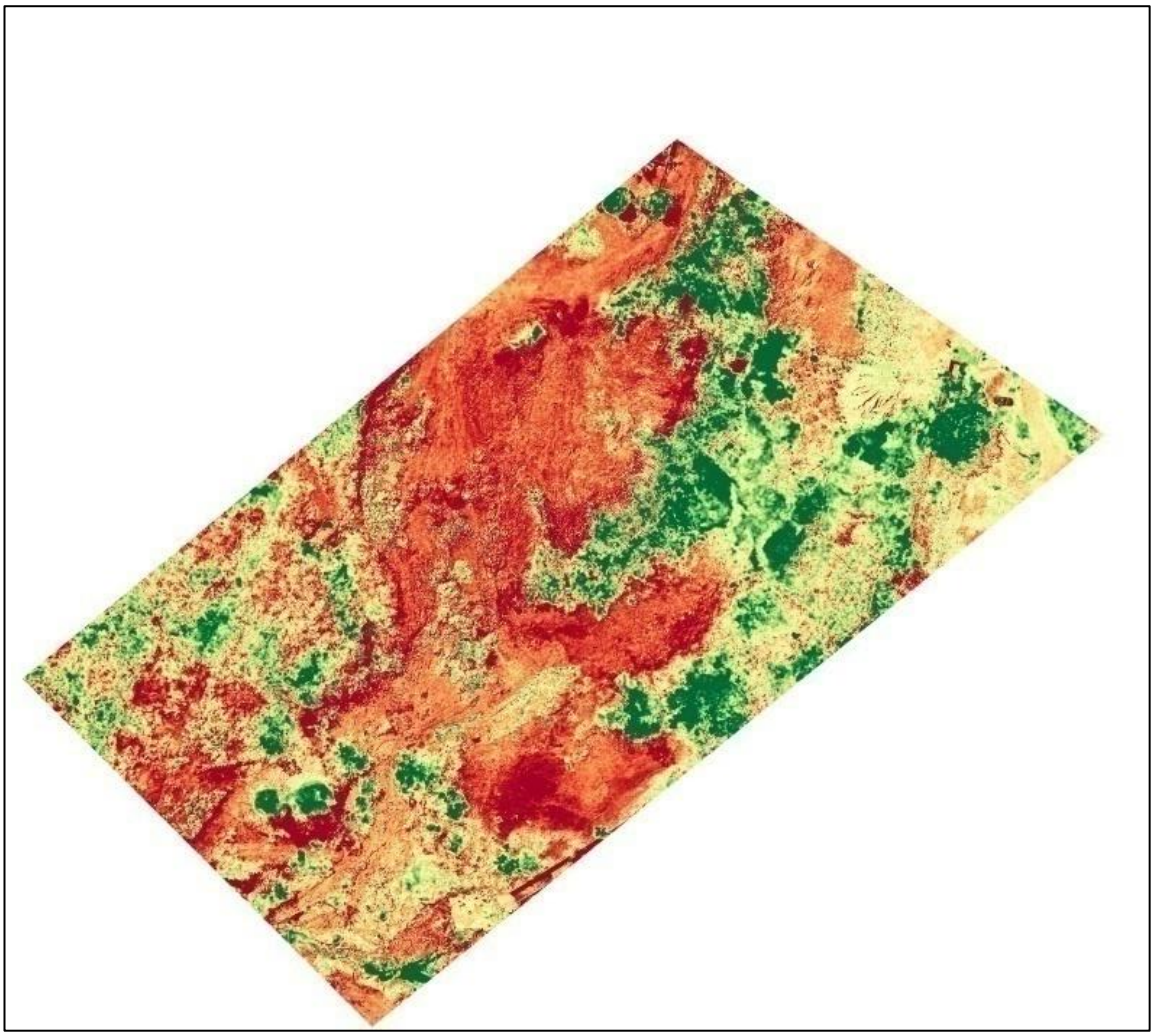
4.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é a abreviação da expressão em inglês para Normalized Difference Vegetation Index. Este produto serve para analisar a condição da vegetação. O NDVI é usado para medir a intensidade de atividade de clorofila.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada pode ser aplicado na estimação de cobertura vegetal e na detecção de mudanças de padrão de uso e cobertura da terra. Os mapas elaborados a partir do NDVI mostram claramente uma considerável variação da cobertura vegetal. Como mostra a figura 7.

Com esta ferramenta é possível fazer uma analise a ambiental da área estudada, onde os níveis, ou índices de cobertura vegetal representam as reais condições de conservação e de degradação ambiental dessa área.

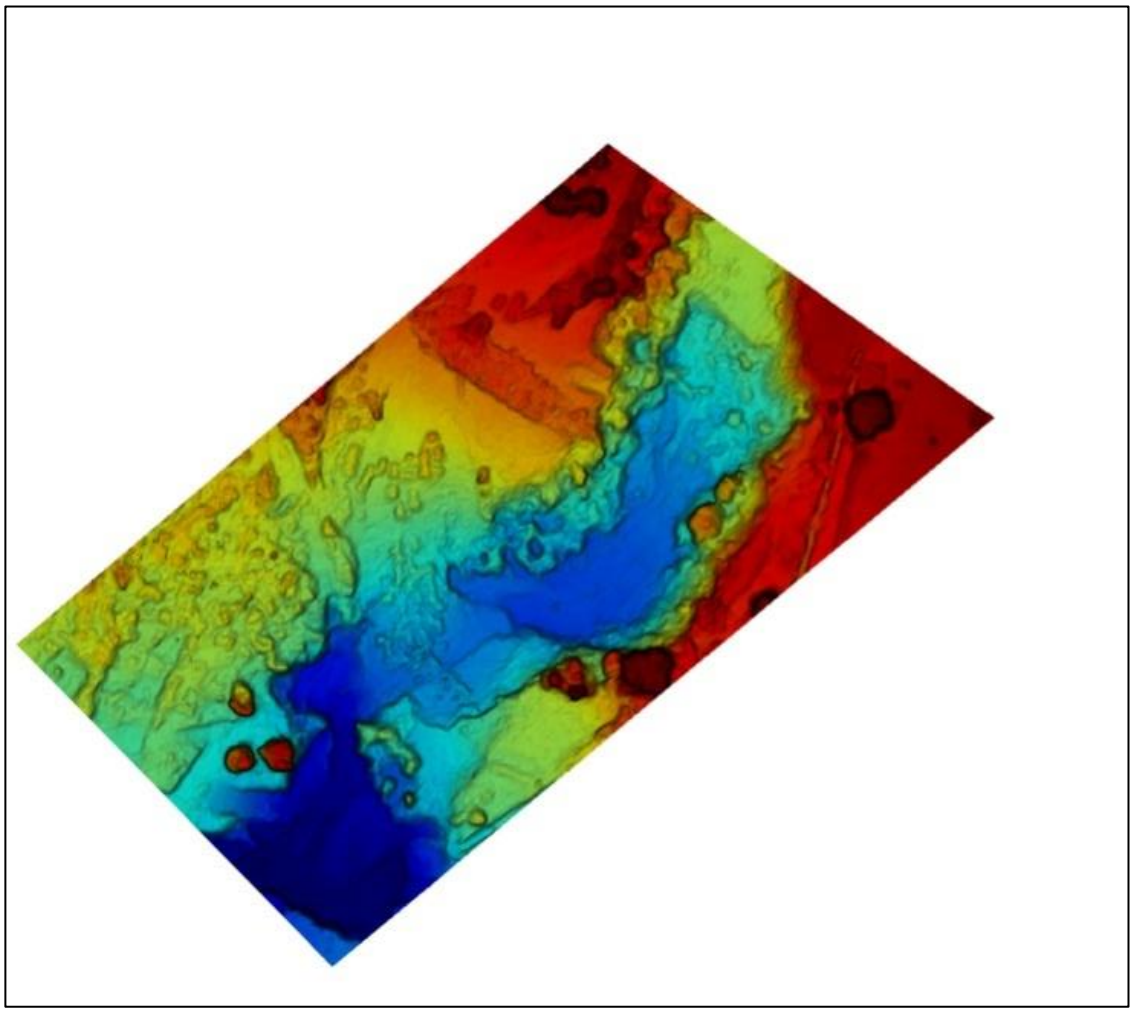
Figura 7 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada



4.3 Modelo Digital de Elevação

O Modelo Digital de Elevação (MDE) é um mapa hipsométrico que acompanha o Mosaico de Ortofoto e disponibiliza uma visualização rápida da topografia do terreno através de uma escala de cores, representando valores de altimetria com cores frias para baixas altitudes e quentes para altas altitudes. Ideal para uma análise rápida da topografia do terreno. O objeto Modelo Digital de Elevação pode ser observado na figura 8.

Figura 8 - Modelo Digital de Elevação



Além do tempo em campo para coleta dos dados ser bem menor do que a topografia tradicional, o Mapeamento com Drone tem uma precisão na casa dos centímetros e gera uma quantidade maior de dados, o qual proporciona um maior detalhamento do terreno e com um preço bem acessível e até mais barato do que a topografia comum.

As principais oportunidades de negócios se encontram claramente em projetos que são pequenos demais para serem de interesse para plataformas em aeronaves e grande demais para topografia convencional.

O mapeamento com DRONE é capaz de fornecer resultados de alta qualidade e precisão que antes não era possível devido ao seu alto custo com aeronave comum.

Mapeamento aéreo com drone ou topografia com VANT ou DRONE é amplamente aceito como um novo método para a aquisição de dados de imagens espaciais, gerando dados digitais georreferênciados os quais após serem analisados, são de suma importância para

tomadas de decisões e execuções, pois possibilita a elaboração de relatórios para diversos fins tais como medições de área, volumetria, erosões, entre outros.

Através das imagens analisadas pode-se observar que os processos erosivos ocorrentes na área estudada já se encontram na ultima fase de evolução, erosões caracterizadas por voçorocas. Também foi possível analisar o efeito da urbanização influenciando os processos erosivos tais como o desmatamento, as construções civis tais como construção de ruas e avenidas impermeabilizando o terreno em volta da área estudada.

Foi evidenciado que as autoridades competentes vêm tentando conter a erosão em uma das áreas através de aterros e canais de captação.

O problema poderia ter sido evitado se houvesse planejamento adequado. Sendo o principal problema observado o direcionamento inadequado do sistema de drenagem.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o estudo alcançou o objetivo proposto de identificar os processos erosivos ocorrentes em área urbana do município de Vilhena por meio de mapeamento com um VANT, sendo possível classificar as erosões. O equipamento “drone” demonstrou ser um equipamento viável com potencial em monitoramento de campo.

REFERENCIAS

ALMEIDA FILHO, G.S. **Diagnostico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP**. Tese de mestrado. UNICAMP. São Paulo, 2000.

ALMEIDA I. C. **Estudo Sobre o Uso de Veículo Aéreo não Tripulado (Vant) para Mapeamento Aéreo com Fins de Elaboração de Projetos Viários**. Universidade Católica de Pernambuco. 2014, Pernambuco, 149 p.

ANAC - Agencia Nacional de Aviação Civil. **Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor**. 2017, Brasília.

ARAUJO, T.P. **Estudo do desencadeamento das erosões lineares concentradas em uma área do município de São Pedro/SP**. Tese de mestrado. SGS/USP, 2011.

CAPOLUPO, A.; PINDOZZI, S.; OKELLO, C.; FIORENTINO, N.; BOCCIA, L. Photogrammetry for environmental monitoring: The use of drones and hydrological models for detection of soil contaminated by copper. **Science of the Total Environment**, 2015, v.514, p. 298-306.

BOTELHO, R.G.M & SILVA, A.S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental.** Editora Bertrand Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro, (2010)

CASSEMIRO, G. H. M.; PINTO, H. B. **Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com Drone**. Universidade de Brasília, Brasília, 2014. p. 13-17. Disponível em: https://fga.unb.br/articles/0000/7527/TCC2_GuilhermeCassemiro_090115465_e_HugoBorges_090116461.pdf>.Acesso em: 24 mar. 2018.

CONCIANI, W. **Processos erosivos:** Conceito e ações de controle. Cuiabá: Centro Federal de Educação Tecnologica de Mato Grosso, 2008. 148p.

FONTES J. C. e POZZETTI V. C. O Uso dos Veículos não Tripulados no Monitoramento Ambiental na Amazônia. Revista: **Direito e Sustentabilidade**. 149-164, Curitiba, Jul/Dez. 2016.

FRITZEN M.; BINDA A. L. **Alterações no Ciclo Hidrológico em Áreas Urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente.** Ateliê Geográfico v. 5, n. 3 p.239-254. Goiânia-GO¸ dez/2011.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Bertrand Brasil, p. 13-91.

Rio de Janeiro, 2006.

GUERRA, A.J.T. e MENDONÇA, J.K.S. **Erosão dos Solos e a Questão Ambiental**. **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2.ed, 2010.

LILLESAND, T. et al. **Remote sensing and imageinterpretation**. John Wiley e Sons, 2014. p. 1-9. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 22 março. 2018.

LIMA, H. M. **Introdução à Modelação Ambiental**: Erosão Hídrica. Funchal (Portugal), 2010.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. São Paulo, 2010. p. 1-22. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses. Acesso em: 15 maio. 2018.

MAGALHÃES, R. A. **Erosão: Definições, Tipos e Formas de Controle**. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia- GO, 03 a 06 de maio de 2001.

MELO, R. R. S.; COSTA, D. B. **Uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) para inspeção de logística em canteiros de obra**. In: Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção: encontro latino americano de gestão e economia da construção, São Carlos. São Carlos, 2015. p. 674- 681.

MENDES, P.P. M. **Processo Erosivo em Área Urbana: Condomínio Privê, cidade satélite Ceilândia-DF.** VII Congresso Brasileiro de Geografo, 2014, Espirito Santo, 12p.

PEREIRA V.H., GRANDI A.M., Lizzoni L., BAUERMANNH.B.Geotecnologia para o meio rural: avanços e potencial de utilização da de veículos aéreos não tripulados (VANTs). Revista:**Ciências Agrárias: Tecnologias e Perspectivas**. Paraná, 2015.

PEREIRA W. S., MAGALHÃES J. R. G., CARDOSO A. L.**Obtenção de modelo digital de terreno e ortomosaico na região subbacia riacho do machado, cruz das alma/ba: percepções a partir do processamento de dados de veículos aéreos não tripulados.** Anais do simposio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto – GEONORDESTE 2017. Salvador/BA, Brsail, 2017.

RUBIRA, F. G. **Monitoramento das feições erosivas do parque municipal do cinquentenário e de suas áreas limítrofes**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.09, n. 02, p. 470-497, 2016.

RUBIRA, F. G.;MELO, G. V. F.; OLIVEIRA, K.S.**Reposta de Padronização dos Conceitos de Erosão em Ambientes Úmidos de Encosta.** 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311972239_Proposta_de_padronizacao_dos_conceitos_de_erosao_em_ambientes_umidos_de_encosta Acesso em: 10 de Out. de 2018.

SANTOS, W. P., ARAÚJO FILHO, M. S, NETO, A. J. B., SILVA, C. K. R., SILVA, P. V., SILVA, J. D., FRERY, A. C. **Uma nova técnica de classificação de imagens baseada em logica nebulosa não iterativa**. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte/MG, 2003.

SCUSSEL, A.**Topografia de Baixo Custocom Drones.** 2016. Disponível em:<http://mundogeo.com/blog/2016/05/02/artigo-topografia-de-baixo-custo-com-drones> Acesso em .15 de maio de 2018.

SILVA, A. M., SCHULZ, H. E., CAMARGO,P.B. **Erosão e Hidrssedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos. Editora RiMa. 140 p. 2003.

TARCÍSIO, O. C. **Eventos de Precipitação Extrema Associados às Inundações na Área Urbana de Bragança/PA**. UFSM. 2014, Para, 199 p

UBIRATAN, E.**Aero Magazine.** A origem dos VANT. 2015. Disponivel em: http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/origem-dos-vant_1907.html. Acesso em: 27/05/2018.

ZAMUNER, L. D.; NÓBREGA, M.T.; MARTONI, A. M.. **A urbanização e o desencadeamento de processos erosivos em área de preservação ambiental na cidade de Maringá, Estado do Paraná .** UEM, 2002, Maringá

ANEXO 1

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL
NATIONAL CIVIL AVIATION AGENCY

ANAC

CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO
UNMANNED AIRCRAFT REGISTER CERTIFICATE – NON-RECREATIONAL

Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até **02/01/2020,** salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.

This Register Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until ***01/02/2020,*** *unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.*

Operador *(Operator)*
DENIVER DIEGO DE OLIVEIRA COSTA

CPF *(document)*:
973.299.752-49

Nº do cadastro ***(Register Number)*:**
PP-102323231

Uso *(Purpose)*: não recreativo *(non-recreational)*
Ramo de atividade *(Business)*: filmagem aerea e geo referencimaento e fotografias
Fabricante *(Maker)*: DJI
Modelo *(Model)*: Phantom 3
Nº de série *(Serial Number)*: p5audg240
Peso máximo de decolagem *(MTOW)*: 1,21 kg
Foto *(Picture)*:

O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator.

Informações adicionais *(additional information)*:
numero de serie p5audg240100ep

O detentor desta certidão de cadastro (o operador) é considerado apto pela ANAC a realizar voos **recreativos e não recreativos** no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.

The holder of this register certificate (the operator) is considered apt by Brazilian Civil Aviation Authority to perform ***recreational and non-recreational*** *flights in Brazil, using the above identified unmanned aircraft, in conformity with the applicable regulations of Brazilian Civil Aviation Authority. It's the operator's responsibility to take the necessary actions to ensure a safe operation, as well as know and comply with the regulations of air traffic control (ATC), telecommunications, and other competent authorities*

A validade desta certidão pode ser verificada pelo link
https://sistemas.anac.gov.br/SISANT/Aeronave/ConsultarAeronave

Local e data da emissão ***(Place and date of issue)***
Brasília, 2 de janeiro de 2018
Brasília, January 2nd, 2018

Esta certidão de cadastro não é válida para aeronaves não tripuladas acima de 25 kg de peso máximo de decolagem, ou em voos além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400 pés ou 120 metros acima do nível do solo (AGL).
This register certificate is not valid for unmanned aircraft of more than 25 kg maximum takeoff weight, or flying beyond visual line of sight (BVLOS) or over 400 feet or 120 meters above ground level (AGL).