

## TECNOLOGIA RPA NA ANÁLISE DE ÁREAS PASSÍVEIS DE DESASTRES NATURAIS

*RPA TECHNOLOGY IN THE ANALYSIS OF AREAS  
NATURAL DISASTERS*

Volney Granemann<sup>1</sup>  
Liane da Silva Bueno<sup>2</sup>

Recebido em: 15 jun. 2020  
Aceito em: 17 jul. 2020

### RESUMO

Este artigo, apresenta informações relativas a pesquisa apoiada pelo FAP/UNIARP, destacando-se do uso da tecnologia RPA (Aeronave Remotamente Pilotada) ou Drone, como ferramenta voltada a gestão territorial, ao que tange as análises de ocupação de risco. Com o uso de técnicas advindas da topografia e do sensoriamento remoto, procurou-se estudar uma área passível de alagamento, denominada de “Don Porquito”, localizada as margens do Rio do Peixe, paralela à rua Tiradentes, Vila Paraíso, cidade de Caçador, estado de Santa Catarina. Para tanto, a partir do planejamento de voo, foram capturadas as imagens pelo Drone, onde foram processadas obtendo-se as curvas de nível, contendo as cotas necessárias para caracterizar a área de estudo, frente a identificação das declividades analisadas a partir do lançamento de perfis transversais. Concluindo-se, observa-se a ocorrência de declividades entorno de 2%, caracterizando a área como passível a inundação, o que aponta a necessidade da análise criteriosa da permissividade de uso de ocupação urbana, frente as características territoriais de risco a desastres naturais.

**Palavras-chave:** RPA (Aeronave Remotamente Pilotada), ocupação de risco, Rio do Peixe, Caçador, Santa Catarina.

### ABSTRACT

This summary presents information related to research supported by FAP / UNIARP, highlighting the use of RPA (Remote Piloted Aircraft) or Drone technology, as a tool aimed at territorial management, regarding risk occupation analyzes. Using techniques from topography and remote sensing, we sought to study an area that could be flooded, called “Don Porquito”,

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Engenharia Civil. Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). E-mail: [volney@vivolt.com.br](mailto:volney@vivolt.com.br).

<sup>2</sup> Enga. Civil pela Universidade Católica de Pelotas/RS(UCPEL). Mestre em Enga. Civil e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina(UFSC) Professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). E-mail: [lianebueno@gmail.com](mailto:lianebueno@gmail.com)

located on the banks of the Rio do Peixe, parallel to Tiradentes street, Vila Paraíso, city of Caçador, Santa Catarina state. For that, from the flight planning, the images were captured by the Drone, where they were processed obtaining a contour map, containing the necessary levels to characterize the study area, in view of the identification of the slopes analyzed from the launch of cross profiles. In conclusion, it is observed the occurrence of slopes around 2%, characterizing the area as susceptible to flooding, which points to the need for a careful analysis of the permissiveness of using urban occupation, in view of the territorial characteristics of risk to natural disasters.

**Keywords:** RPA (Remotely Piloted Aircraft), risk occupation, Rio do Peixe, Caçador, Santa Catarina.

## INTRODUÇÃO

Este artigo trata a respeito do uso da tecnologia RPA (Aeronave Remotamente Pilotada) ou Drone, como ferramenta voltada a gestão territorial, ao que tange as análises de ocupação de risco, relacionando-as a Engenharia Civil a partir da Topografia e ao Sensoriamento Remoto(SR) propriamente dito. Sabe-se que, cada vez mais os produtos provenientes de SR são necessários como ferramenta de apoio para a gestão territorial, gestão ambiental e gestão de riscos ou desastres naturais; quando cada vez mais há registros de ocorrências destes no território brasileiro.

Tem-se que, a qualidade dos produtos resultantes provenientes de um VANT, ou seja, imagens digitais georreferenciadas, dependem da metodologia empregada, tanto na etapa de planejamento de voo, execução dos levantamentos aéreos, bem como no processamento das imagens adquiridas. Neste sentido, buscou-se analisar uma área passível de alagamento, projetando e executando alguns vôos na região, a fim de produzir um mapeamento do local, obtendo-se a característica topográfica altimétrica da área levantada, para subsidiar as análises pertinentes quanto ao potencial de risco de inundação (desastre natural), no contexto territorial.

Este estudo visa caracterizar uma área as margens do Rio do Peixe, paralela à rua Tiradentes, Vila Paraíso, cidade de Caçador, estado de Santa Catarina, denominada de “Don Porquito”.

Esta área situa-se entre os paralelos 26°47'5.10”S e meridianos 51°0'55.29”O.

A região descrita, está inserida na zona de interesse ambiental ZIA1, e na zona especial de interesse social ZEIS1 de acordo com a lei complementar 168/2010, possuindo uma área de 31.406 m<sup>2</sup>, com perímetro de 781 metros.

A área de estudo localiza-se na bacia do Rio do Peixe, o qual atravessa todo o município de Caçador, SC. A escolha da área foi devida a esta apresentar sérios problemas de enchentes e inundações provenientes das precipitações.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo na cidade de Caçador, SC, a partir de imagem Google Earth.



Fonte: Google Earth, 2020.

Figura 2: Área problema 9 – Cibrazem e Margens do Rio do Peixe



Fonte: PMSB. Mapas de áreas passíveis de inundações (2014 p.240)

Na Figura 02, pode-se identificar a região denominada como “Don Porquito”, situada na rua Tiradentes. Os inúmeros problemas apontados pela população atingida nessa localidade, relacionados as cheias do Rio do Peixe. Destacando-se que, somente 5% da população do município conta com serviços de esgotamento sanitário para tratamento dos efluentes.

Outro ponto relevante, é a drenagem urbana e o manejo das águas pluviais, pois com o aumento significativo de inundações, erosão do solo e contaminação das águas, estão relacionados muitas vezes com os efeitos causados pela urbanização acentuada. A medida com que as cidades crescem, os problemas relacionados a impactos pluviais também se agravam, o que não é diferente no município de Caçador-SC, pois a medida em que a cidade cresce, se evidencia a necessidade do controle do uso e ocupação do solo com a releitura e atualização do plano diretor vigente, através de análises técnicas criteriosa e o mapeamento de áreas de ocupação urbana com fatores de risco.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do imageamento aéreo utilizou-se como equipamento, uma aeronave remotamente pilotada com sensores remotos embarcados, o RPA DJI Phantom 3 Standard, multirrotor, resolução de imagens da câmera Sony EXMOR 1/2.3", com resolução de 12 mega pixels, distância focal f/2.8, campo visada de 94° e, GSD (*Ground Sample Distance*) de 3cm.

Esta pesquisa tem como foco uma área de estudo pré-definida no município de Caçador, caracterizando-a como estudo de caso. Neste sentido, Gil (2008) explicita que o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um objetivo ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Sendo assim, para o desenvolvimento do conhecimento acadêmico propõe-se trabalhar o aspecto da topografia como nível do terreno, curva de nível, declividade do terreno, ocupação de risco, análise de indicativo de deslizamentos ou de inundação, com base em dados de sensoriamento remoto, proveniente do processamento de imagem RPA e o Modelo Digital de Elevação (MDE).

Caracterizando-a como uma pesquisa descritiva, quanto as características do zoneamento do uso do solo, segundo Plano Diretor do Município de Caçador, bem como as características frente as diretrizes segundo o Código Florestal Brasileiro da área pesquisada, contrapondo-se as características de elevação, declividade e ocupação do terreno.

Assim como uma pesquisa quantitativa, ao buscar o cálculo das declividades da área de estudo, medida de distâncias para fundamentar as análises pertinentes frente as diretrizes legais de uso e ocupação do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do objetivo geral proposto neste projeto de iniciação científica, observou-se o potencial das novas tecnologias de sensoriamento remoto RPA, nas atividades relacionadas a Engenharia Civil.

O conhecimento adquirido no decorrer desta pesquisa confirmou sua potencialidade na aplicação profissional, destacando-se as tecnologias de sensoriamento remoto, como uma ferramenta de apoio as análises, planejamento e gestão para resolução de problemas de engenharia e áreas afins.

Este projeto de iniciação científica vem corroborar com a formação na área da Engenharia Civil, com o desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso de cursos de graduação em Engenharia, visando à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o Associação Brasileira Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES, 2019), podendo atender entre outras, as seguintes características:

Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica; estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando e analisando questões e resolvendo, de forma criativa, problemas de Engenharia; adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável; ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos; formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas; analisar e compreender os fenômenos físicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação: ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.

Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos: Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas; ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.

Estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação; projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas; realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental; gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos; ser capaz de compreender a legislação, a ética e a

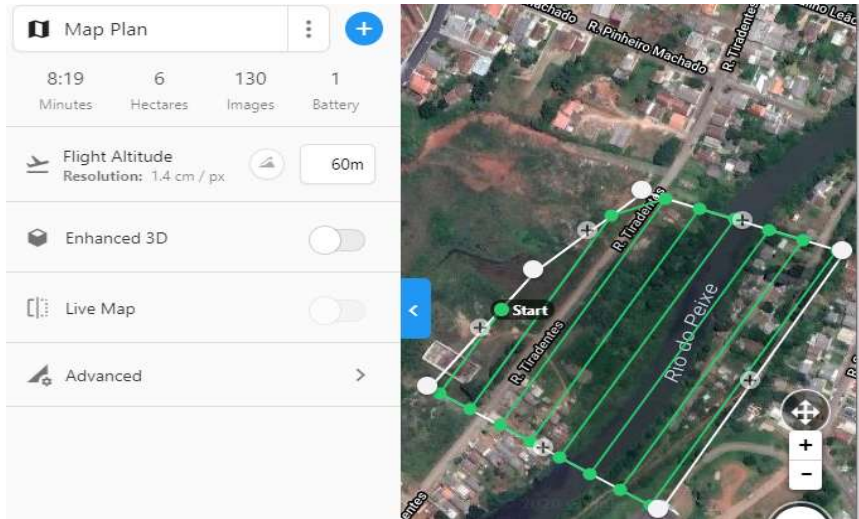
responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação; ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos, o que confere o emprego do levantamento aerofotogramétrico, como é o caso da tecnologia RPA, como ferramenta de análise em áreas protegidas por lei, por suas características territoriais e ambientais, passíveis de desastres naturais como é o caso da inundação, além de proporcionar uma redução de tempo no levantamento para coleta de dados da superfície dos terrenos.

Analisando-se a área de estudo, quanto ao zoneamento do Plano Diretor do município de Caçador, está inserida na zona de interesse ambiental ZIA1, e na zona especial de interesse social ZEIS1 de acordo com a lei complementar 168/2010, com área de 31.406 m<sup>2</sup> e perímetro de 781 metros. As tecnologias RPA como ferramenta de análise em áreas passíveis de desastres naturais, reduz-se o tempo e o trabalho para coleta de dados. Contudo, após uma vasta revisão bibliográfica, contendo a caracterização do RPA/VANT, para levantamento aéreo da área de estudo, procurou-se reconhecer o local a ser estudado, bem como suas características e localização. Com o emprego do programa *DroneDeploy* (aplicativo de voo), executou-se o planejamento do voo (Figura 3), a fim de obter um melhor desempenho do equipamento, e melhor resolução da imagem da área de estudo.

Tuler (2017), destaca que na etapa de planejamento do voo, deve-se verificar um local de pouso e decolagem, bem como obstáculos, como torres, cabos de alta tensão, edificações, entre outros, observar as condições climáticas antes do voo; conferir todos os componentes do VANT: baterias, câmera, GPS, memória, condições físicas do VANT, etc.; verificar se o tempo previsto de voo está adequado com a autonomia do VANT; verificar o alcance na comunicação dos rádios entre a base de controle e o VANT assim como, para o processamento dos dados, é necessário um computador de performance compatível.

Figura 3: Planejamento de voo *Dronedeploy*



Fonte: Autor, 2020.

Conforme a Figura 3, para o planejamento de voo, o tempo para realização do voo foi de 8 minutos e 16 segundos, sendo que a área abrangida foi de 6 hectares, e o equipamento, voando a 60 metros de altitude, registrou 18 imagens por faixa de voo, totalizando 130 imagens georreferenciadas, com velocidade de 6m/s; sobreposição longitudinal de 70% e sobreposição lateral de 60%.

Após capturar as imagens georreferenciadas, as mesmas foram processadas e originaram arquivos contendo modelo 3D, curva de nível, modelo digital superfície e modelo digital do terreno.



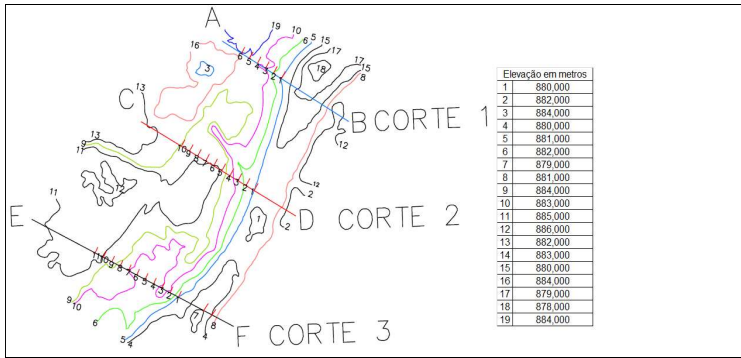
Figura 4: Imagens sobrepostas, capturadas pelo RPA/VANT.



Fonte: Autor, 2020.

Para geração das cotas de elevação, utilizou-se o Software Autodesk AutoCad Civil 3D(2020), o qual serviu de base para lançamento do perfil topográfico, para cálculo da declividade, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Mapa de Curva de Nível e Cotas de elevação



Fonte: Autor, 2020.

Com base nas análises do mapa de curva de nível, originado pelo mapeamento do RPA, três cortes foram destacados, e em cada um deles, foram incluídas estacas locadas de 10 em 10 metros, para análise dos perfis topográficos (cortes 1, 2 e 3), e do percentual de inclinação das áreas, conforme Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Corte1, elevação e inclinação.

CORTE 1 A-B

estaca	distância entre estacas	cota ponto a	cota ponto b	desnível de AB	distância cota AB	desnível na estaca em metros	percentual de elevação	percentual de inclinação
1	10					0	881	
2	10	881	882	1	11,0875	0,9	881,9	9,02%
3	10	881,9	883	1,0980834	17,9232	0,61	882,51	6,13%
4	10	882,51	884	1,49	29,8688	0,5	883,01	4,97%
5	10	883,01	884	0,99	19,8649	0,5	883,51	4,97%
6	10	883,51	884	0,49	15,684	0,31	883,82	3,13%

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 2: Corte2, elevação e inclinação.

CORTE 2 C-D								
estaca	distância entre estacas	cota ponto a	cota ponto b	desnível de AB	distância cota AB	desnível na estaca em metros	elevação	percentual de inclinação
1	10					0	881	
2	10	881	882	1	12,8715	0,78	881,78	7,77%
3	10	881,78	883	1,2230898	15,7371	0,78	882,55	7,77%
4	10	882,55	884	1,45	14,9404	0,97	883,52	9,68%
5	10	883,52	885	1,48	13,3596	1,11	884,63	11,06%
6	10	884,63	885	0,37	15,684	0,24	885,24	2,37%
7	10	885,24	884	-1,24	48,0825	-0,26	884,98	2,57%
8	10	884,98	884	-0,98	31,8194	-0,31	884,67	3,08%
9	10	884,67	884	-0,67	21,8188	-0,31	884,36	3,08%
10	10	884,36	884	-0,36	11,8183	-0,31	884,06	3,08%

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 3: Corte3, elevação e inclinação.

CORTE 3 E-F								
estaca	distância entre estacas	cota ponto a	cota ponto b	desnível de AB	distância cota AB	desnível na estaca em metros	elevação	percentual de inclinação
1	10					0	881	
2	10	881	883	2	13,1365	1,52	882,52	15,22%
3	10	882,52	883	0,477524	13,4229	0,36	882,88	3,56%
4	10	882,88	883	0,12	39,0003	0,03	882,91	0,31%
5	10	882,91	883	0,09	29,001	0,03	882,94	0,31%
6	10	882,94	883	0,06	19,001	0,03	882,97	0,31%
7	10	882,97	884	1,03	24,5336	0,42	883,39	4,19%
8	10	883,39	884	0,61	14,5332	0,42	883,81	4,19%
9	10	883,81	885	1,19	21,217	0,56	884,37	5,61%
10	10	884,37	885	0,63	11,5128	0,55	884,92	5,46%

Fonte: Autor, 2020.

Analisando-se os percentuais de inclinação de cada perfil, identificou-se que em áreas próximas das margens do rio, o percentual de inclinação esteve próximo dos 2%, e em alguns casos este percentual foi ainda menor, como demonstrado no corte 3 E-F. a declividade do terreno, a qual pode ser classificada de acordo com o percentual de inclinação do terreno. Declividades muito altas, não são adequadas a habitação, bem como declividades muito baixas também são passíveis de desastres e catástrofes ambientais.

Segundo Loch (2006) apud EMBRAPA (1999), apresenta a classificação do relevo em função da declividade (%) e o tipo de relevo:

0 - 3 %, Plano; de 3 - 8 % Suavemente ondulado; de 8 -20% Ondulado; de 20 - 45 % Fortemente Ondulado e > 45% relevo Montanhoso.

Bueno (2000), em seu estudo de identificação de áreas de ocupação de risco no bairro Córrego Grande, em Florianópolis/SC, observa em suas análises as declividades abruptas maiores que 30%, como as impróprias para ocupação urbana, bem como as declividades menores de 2%, como passíveis a ocorrência de inundação.

Para o cálculo da declividade em porcentagem, dá-se a partir da seguinte equação:  $D(\%) = DN/DH \times 100\%$ , sendo DN a diferença de nível do terreno, obtida pela equação:  $DN = \text{Cota final} - \text{Cota inicial}$ , em relação a faixa do terreno em estudo, bem como DH a distância horizontal, conforme (BOTELHO, 2018).

Desta forma, esta área pode ser considerada passível de alagamento, principalmente na região do corte 3, listado na tabela 3.

Figura 6: Área sobrevoada as margens do Rio do Peixe



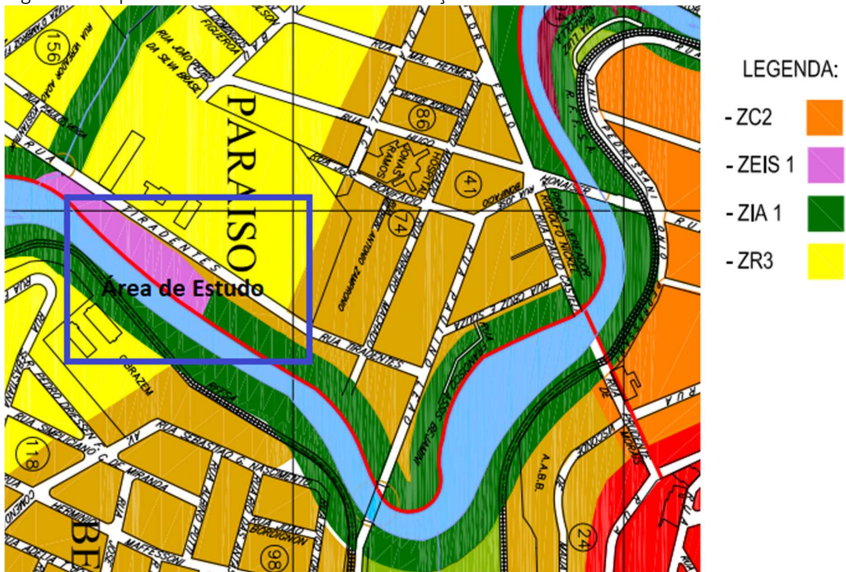
Fonte: Autor, 2020.

De acordo com a Figura 6, é possível visualizar a área a qual realizou-se o projeto. Conforme o projeto de Lei 01 de 16/02/2004, o qual informa os parâmetros de uso e ocupação do solo urbano do Plano Diretor Municipal de Caçador – SC, e o mapa de zoneamento da referida cidade, neste local estão inseridas as Zonas de Interesse Ambiental – ZIA 1, cuja lei complementar nº 128 de 12/05/2008, caracteriza-a em seu art. 22, item IV, que nenhum parcelamento de solo será permitido em terrenos situados nas Zonas de Interesse Ambiental, conforme estabelecido na lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano.

Límitrofe a essa área, temos também a Zona especial de interesse social – ZEIS 1, a zona comercial – ZC2 e também a Zona residencial – ZR3.

Na figura abaixo, retirada do mapa de zoneamento da cidade de Caçador, é possível identificar as áreas supracitadas.

Figura 7: Mapa de Zoneamento da cidade de Caçador – SC.



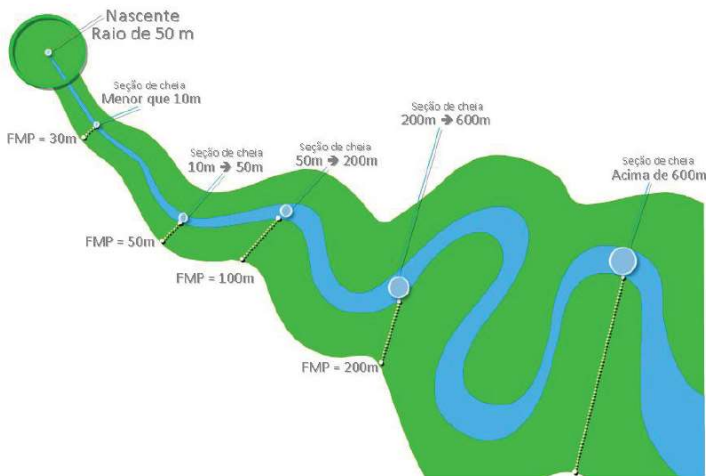
Fonte: Site Prefeitura Municipal de Caçador – acesso em 13/12/2020.

Analisando-se o zoneamento, vemos que a ocupação do solo do loteamento estudado, às margens do Rio do Peixe, constitui-se de uma zona especial de interesse social, valendo-se algumas flexibilizações, como por exemplo, os tamanhos dos lotes e infraestrutura podem ser

menores do que as estabelecidas para loteamentos particulares, visando a redução de custo da terra, com a finalidade de resolver o assentamento da população de baixa renda, todavia, nesta área, além de ser limítrofe com uma área de preservação permanente, temos o agravante que a mesma está inserida em uma área as margens do Rio do Peixe, o que por si só, caracteriza-se pela necessidade de cuidados infraestruturas adequados. Outro ponto, conforme demonstrado anteriormente, esta área é passível de inundação, devido a característica do relevo, possuir inclinações menores do que as permitidas para ocupação.

Outro agravante, existem algumas residências nesta área, as quais foram construídas próximo das margens do Rio do Peixe, sem que se observassem e respeitassem a faixa nominal de proteção de rios, destacadas no Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651 de 25/05/2012, capítulo II, seção I, art. 4º, o qual considera-se área de preservação permanente, em zonas rurais e urbanas, item I, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima determinada conforme a respectiva largura do rio. No caso da área analisada, esta se enquadra no previsto no item a, devendo ser respeitada uma distância de 30 metros como faixa marginal sem ocupação, pois o rio possui até 10 metros de largura.

Figura 08: Faixa Marginal de Proteção



Fonte: Programa de descentralização de licenciamento ambiental, série gestão ambiental 2, acesso em 13/12/2020.

Ao analisar a área do projeto, percebemos que o uso e ocupação do solo da ZEIS – 1, segundo Plano Diretor, possui algumas residências as quais foram construídas irregularmente, em perímetros menores dos que os 30 metros de faixa marginal previsto no Código Florestal Brasileiro.

Figura 9: Distância Faixa marginal de proteção da área pesquisada



Fonte: Autor, 2020.

Na Figura 9, acima é possível notar que algumas residências foram construídas de forma irregular. Na imagem temos uma distância entre a margem do rio e o início da construção de apenas 12 metros, a qual está em desacordo com o uso e ocupação do solo da Zona a qual está inserida, e também ferindo a Lei 12.651 de 25/05/2012, pelo fato de que deveriam ser respeitados 30 metros de faixa marginal de proteção.

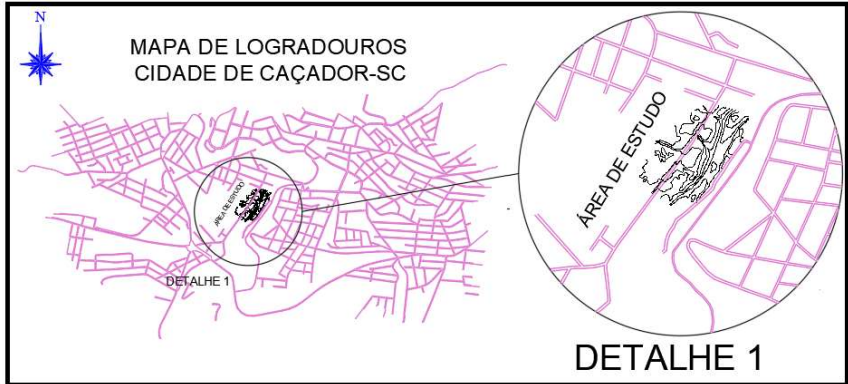
Em relação a malha de municípios da região, através do georreferenciamento, foi possível lançar a área de estudo, dentro da malha de logradouros da cidade de Caçador, estado de Santa Catarina. Neste processo, utilizou-se a base de Faces de logradouros do censo demográfico, a qual foi disponibilizada no portal do Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística

(IBGE). Neste contexto, foram disponibilizados arquivos vetoriais digitais, os quais demonstram as extensões compreendidas entre ruas, praças etc.

Para processamento dos arquivos, fez-se o uso do *software* de geoprocessamento Qgis, versão 2.18.

O produto desse processamento pode ser observado na figura 10, destacada abaixo:

Figura 10: Mapa de Logradouros da Cidade de Caçador-SC.



Fonte: Autor, 2020.

Os dados do Logradouro da área de estudo foram apresentados na Figura 11 a seguir:

Figura 11: Dados do Mapa de Logradouros da Cidade de Caçador-SC.

42030060500\_face :: Feições de totais: 4016, filtrado: 4016, selecionado: 0

ID	CD_GEO	CD_SETOR	CD_QUADRA	CD_FACE	NM_TIPO_LO	NM_TITULO_LO	NM_NOME_LO	TOT_RES	TOT_GERAL
223	25562054	4203006050000...	420300605000022	004	002	RUJA	TIRADENTES	2	2
224	25562059	4203006050000...	420300605000022	006	002	RUJA	TIRADENTES	8	10
225	25561476	4203006050000...	420300605000022	007	011	RUJA	TIRADENTES	4	5
226	25561438	4203006050000...	420300605000022	007	014	RUJA	TIRADENTES	7	10
227	25561612	4203006050000...	420300605000022	007	021	RUJA	TIRADENTES		

Fonte: Autor, 2020.

Para geração do mapa de logradouro, os dados do arquivo Face, foram exportados do *software* QGis, para o *software* AutoCad Civil 3D, no formato DXF, e na sequência, o arquivo foi transformado para coordenadas UTM (metros). Para a codificação das coordenadas, o mapa



criado teve como referência o SRC EPSG: 31982, SIRGAS 2000/UTM zone 22s o qual representa o sistema geodésico de referência oficial do Brasil.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O crescente desenvolvimento da ocupação urbana de forma desordenada, muitas vezes sem o adequado planejamento do uso do solo, resulta em áreas de ocupação urbana com fatores de risco, expostos a fenômenos naturais de inundações ou enchentes atingindo as populações locais residentes. Este fato se confirma no desenvolvimento urbano ao longo das margens de rios, por serem atingidas pelo transbordamento do rio em áreas com baixas declividades, de até 2%, como é o caso do Rio do Peixe no perímetro urbano de Caçador/SC. Assim esta pesquisa, apresenta como contribuição técnica, a partir da área piloto, um dos potenciais do uso do RPA como ferramenta de apoio aos gestores na tomada de decisão quanto ao uso e ocupação do solo, em áreas passíveis a desastres naturais como é o caso da inundação. Proporcionando análises que explicitam a fragilidade territorial de ocupação em áreas localizadas as margens de rios, como é o caso do Rio do Peixe. Assim sendo, com a realização do imageamento, o processamento da imagem, obtenção das curvas de nível, MDE, faixas de declividades, juntamente com as diretrizes legais do zoneamento do Plano Diretor e Código Florestal Brasileiro, bem como a forma de ocupação e uso do solo do local, possibilitou fundamentar as análises pertinentes. Portanto, percebe-se que além de ser um local inadequado para uma Zona especial de Interesse Social, ainda apresenta problemas relacionados a construções irregulares, construídas as margens do Rio do Peixe, as quais não respeitam a faixa marginal de proteção, faixa de interesse público, destinada a defesa, conservação e proteção ambiental. Tem-se que a tecnologia Drone, proporciona a redução de tempo na relação homem-hora dos profissionais para a realização de levantamentos topográficos, bem como, proporciona imagens de alta qualidade, fornecendo o aporte necessário de visualização e medição para análises, indicando-se como apoio para tomada de decisão na implantação de futuros empreendimentos, tanto para os órgãos públicos, quanto para a iniciativa privada.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P. BEHENS, M. **Metodologia de projetos em aprendizagem colaborativa com tecnologias interativas**. Teoria e Prática da Educação. 6 (14): 469-481. Ed. Especial, 2003.
- ANAC - REQUISITOS GERAIS PARA AERONAVES NÃO TRIPULADAS DE USO CIVIL. Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017.
- Associação Brasileira Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES). RESOLUÇÃO Nº 2, de 24 de abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.abmes.org.br>. Acesso em: maio de 2019.
- AutoCad Civil 3D. Software da Autodesk, Versão 2020.
- BASTOS, Lia Caetano; LAPOLLI, Édis Mafra; FRANZONI, Ana Maria Benciveni. **O Ensino de Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas e Fotogrametria nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Engenharia Civil na UFSC**. Santos: Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto do INPE, 1998.
- BAZZO, Walter Antonio *et al.* **Educação tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia**. 2 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.
- BAZZO, Walter Antonio *et al.* **Conversando sobre educação tecnológica**. 2 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016.
- BEIRÃO, Carla Castello Branco. **O potencial do laser scanner terrestre para o inventário do patrimônio arquitetônico**. Dissertação de Mestrado (Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis, 2011.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FRANCISCHI JR, Jarbas Prado de; PAULA, Lyrio Silva de. **ABC da topografia: para tecnólogos, arquitetos e engenheiros**. São Paulo: Blucher, 2018.
- BUENO, Liane da Silva. **Estudo em Áreas de Ocupação Urbana com Fatores de Risco: O caso do Bairro Córrego Grande – Florianópolis/SC**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, 2000.
- BUENO, Liane da Silva. **Zoneamento territorial para fins do uso e ocupação do solo visando a elaboração e atualização de planos diretores**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, 2003.
- BRANDALIZE, Amauri Alfredo. **Perfilamento a Laser: Comparação com Métodos Fotogramétricos**. Disponível em: <http://www.lidar.com.br/arquivos/brandalizeperf.pdf>. Acesso em mar. 2019.
- BRASIL<sup>1</sup>. Agência Nacional de Águas. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/>. Acesso em: jun.2020.
- BRASIL<sup>2</sup>. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Brasília.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação - UNICAMP, 1996. 197 p.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 1 - 26.

- DroneDeploy. **Aplicativo de Planejamento de voo.** Disponível em: <https://www.dronedeploy.com>. Acesso em: set. 2020.
- FAZENDA, Ivani. **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.
- FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Imagens de Satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- FORTUNATO, José Carlos. Artigo: **Topografia com Drones x Tradicional em Levantamentos Planialtimétricos.** Disponível em: <http://www.droneshowla.com/artigo-case-de-sucesso-sobre-o-uso-de-drones-na-engenharia/>. Acesso em: 02 de jul. 2018.
- GADOTTI, Moacir. **Interdisciplinaridade Atitude e Método.** Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/182485874/Interdisci-Atitude-Metodo-1999-pdf>. Acesso em: maio 2018.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOERL, Roberto Fabris; KOBAYAMA, Masato; SANTOS, Irani dos. **Hidrogeomorfologia: Princípios, conceitos, processos e aplicações.** In: Revista Brasileira de Geomorfologia (2012).
- GPS – Global Positioning System. Disponível em: [https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao\\_gps.html](https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_gps.html). Acesso em: jun.2020.
- IBGE. **Malhas de logradouros dos municípios e dos limites dos municípios.** Disponível em: [ftp://geofpt.ibge.gov.br/recortes\\_para\\_fins\\_estatisticos/malha\\_de\\_setores\\_censitarios/censo\\_2010/base\\_de\\_faces\\_de\\_logradouros](ftp://geofpt.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/base_de_faces_de_logradouros). Acesso em: ag. 2020.
- Lei Municipal: **Plano Municipal de Caçador.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretorcacador-sc>. Acesso em: set.2020.
- LIMA, José Gaspar dos Santos. **Utilização de Tecnologia de Varredura à Laser para Obtenção e Identificação de Dados Patológicos de Obras de Concreto de Grande Porte – Estudo de Caso.** 2008. 91p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil). Núcleo de Ciências Exatas, Universidade Positivo, Curitiba, 2008.
- LIMANA, Cristina Cippolat. **O Sensoriamento Remoto como Ferramenta Didática na Educação Profissional e Tecnológica.** Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/dissertacoes/dissertacoes\\_2014/disserta%C3%A7%C3%A3o\\_%20%20final.pdf](http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/dissertacoes/dissertacoes_2014/disserta%C3%A7%C3%A3o_%20%20final.pdf). Acesso em: abr. 2018.
- LONGHITANO, G. A. **VANTS para Sensoriamento Remoto: Aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.** 2ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.
- LOCH, Ruth E. Nogueira. **CARTOGRAFIA: Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- LONGHITANO, G. A. **VANTS para Sensoriamento Remoto: Aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.

LOURENÇO, Luciano. **Multidimensão e territórios de risco**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=nTGPCwAAQBAJ&pg=PA841&dq=%C3%A1reas+de+risco&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwIK3s789fToAhU2lrkGHfJUDB8Q6AEIXDAH#v=onepage&q=%C3%A1reas%20de%20risco&f=false>. Acesso em abril. 2020.

LORENZZETTI, João Antônio. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.

MANGINI, Fernanda Nunes da Rosa; MIOTO, Regina Célia Tamaso. **A interdisciplinaridade na sua interface com o mundo do trabalho**. Artigo. Rev. Katál. Florianópolis v. 12 n. 2 p. 207-215 jul./dez. 2009.

Mappa. **Aplicativo de Processamento de Imagem**. Disponível em: <https://mappa.ag/>. Acesso em: out. 2020.

MIRANDA, Thais. **Responsabilidade socioambiental** [recurso eletrônico. 2. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2d. Viçosa: UFV, 2003.

NAMIKAWA, Laércio Massaru. **Conceitos de Cartografia e GPS**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/DSR/educacao/uso-escolar-sensoriamento-remoto/material-didatico-2018/arquivos/4.ConceitosdeCartografiaeGPS.pdf/view>. Acesso em jun. 2020.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PEGORARO, Antoninho João. **Estudo do potencial de um veículo aéreo não tripulado/quadrotor, como plataforma na obtenção de dados cadastrais**. Tese de Doutorado (Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, SC, 2013.

PEIXOTO, Floriano. **Artigo: Case de sucesso sobre o uso de Drones na Engenharia**. Disponível em: <http://www.droneshowla.com/artigo-case-de-sucesso-sobre-o-uso-de-drones-na-engenharia/>. Acesso em: 02 de jul. 2018.

PEREIRA, João Roberto Zolet. **Análise comparativa de dados RapidEye e dados RPA para o Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Brasília, 2018.

PERIN, Gustavo; GERKE, Tiago; LACERDA, Victor Schnepfer; ROSA, Joel Zubek da; CAIRES, Eduardo Fávero; GUIMARÃES, Alaine Margarete. **Análise de Acurácia de Georreferenciamento de Mosaicos de Imagens Obtidas por RPA**. Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e STIN – Simpósio de Tecnologia da Informação da Região Noroeste do RS. Anais do EATI Frederico Westphalen – RS, 2016.

PHILIPPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Barueri, SP: Manole, 2011.

PHILIPPI JR., Arlindo; FERNANDES, Valdir. **Práticas da Interdisciplinaridade no Ensino e Pesquisa**. Barueri, SP: Manole, 2015.

**Plano Municipal de Saneamento Básico de Caçador (PMSB)**. Florianópolis, 2014.

Qgis, versão 2.18. Disponível em: <https://qgis.org/downloads/>. Acesso em: ag. 2020.

RANGEL, Sílvia Cruz. Drones. **A Tecnologia Desruptiva das Aeronaves Remotamente Pilotadas - Perspectivas e Interfaces em Aplicações Cíveis, Comerciais, Segurança e Defesa**. São Paulo: Ed. Chiado Books, 2019.

SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, Maria Sílvia Pardi. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SOUZA, Felipe de Paula; SILVA, Tarcísio Augusto Alves da. **Educação Superior e Produção de Conhecimento: convergência entre ensino, pesquisa e extensão**. Maceió: EDUFAL, 2011.

SOUZA, Jordan H.; SANTOS, Gislaíne dos. **Mapeamento de Áreas de Risco**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=nTGPCwAAQBAJ&pg=PA841&dq=%C3%A1reas+de+risco&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiK3s789fToAhU2IrkGHfJUDB8Q6AEIXDAH#v=onepage&q=%C3%A1reas%20de%20risco&f=false>. Acesso em abril 2020.

SOPCHAKI, Carlos Henrique; PAZ, Otacílio Lopes de Souza da; GRAÇA, Niarkios Luiz Santos de Salles; SAMPAIO, Tony Vinicius Moreira. **Verificação da qualidade de ortomosaicos produzidos a partir de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada sem o uso de pontos de apoio**. Curitiba: Temático de Geotecnologias, 2018.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela do. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. (1997). **“Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão”**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.2, n.1, jan/jun, pp. 135 – 152.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio André Teixeira. **Manual de Práticas de Topografia**. Porto Alegre: Bookman, 2017.