



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,  
INFRAESTRUTURA E TERRITORIO (ILATIT)**

**GEOGRAFIA – BACHARELADO**

**O USO DE VANT NO MONITORAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DO  
RIO M'BOICY**

**JOSÉ TADEUS COSTA JUNIOR**

FOZ DO IGUAÇU

2017



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,  
INFRAESTRUTURA E TERRITORIO (ILATIT)**

**GEOGRAFIA – BACHARELADO**

**O USO DE VANT NO MONITORAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DO  
RIO M'BOICY**

**JOSÉ TADEUS COSTA JUNIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Fernando Adami

FOZ DO IGUAÇU

2017

JOSÉ TADEUS COSTA JUNIOR

**O USO DE VANT NO MONITORAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DO  
RIO M'BOICY**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Fernando Adami

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Samuel Fernando Adami (UNILA)

---

Prof. Dr. André Luís André (UNILA)

---

Prof. Dr. Roberto França S. Junior (UNILA)

Foz do Iguaçu, 10 de Julho de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter mim guiado nesse caminho tão árduo e cheio de obstáculos a serem vencidos. A minha família que pode me proporcionar tamanha vitória, ao meu professor e orientador, Samuel Fernando Adami, por sua inenarrável paciência e partilha de conhecimentos de suma importância para minha formação acadêmica. E sobre tudo, a banca examinadora desse presente trabalho, por ter aceitado o convite e também por ter sua parcela de contribuição para minha formação acadêmica e social. Obrigado!

COSTA JUNIOR, JOSE TADEUS. **O USO DE VANT NO MONITORAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DO RIO M'BOICY**. 2017. 50 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (GEOGRAFIA - BACHARELADO) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

## RESUMO

Entendem-se as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita. Cabe mencionar que a ação de planejar depende diretamente da ação de pesquisa e análise dos variados aspectos do meio ambiente e das formas de uso e ocupação que a sociedade estabelece ao longo do tempo. Nos últimos vinte anos, as áreas de conhecimento envolvendo as geotecnologias experimentaram significativo crescimento técnico-científico sendo amplamente divulgadas e aceitas pelos órgãos governamentais e pelas empresas como fonte para tomada de decisão e planejamento estratégico. Como justificativa para a realização deste trabalho destaca-se a utilização do veículo aéreo não tripulado (drone), seu custo/benefício para a realização de um monitoramento ambiental, a acessibilidade ao drone por órgãos públicos, e como área de estudo referente a bacia hidrográfica do rio M'Boicy, uma vez que este rio nasce e faz sua foz dentro do território da cidade de Foz do Iguaçu - PR. Assim, realizando o estudo de caso e análise desta área por meio da utilização do drone, torna-se possível sugerir futuros cuidados com a mesma. O objetivo geral do presente trabalho consistiu na criação de um documento audiovisual e também um aeromapeamento por meio da utilização de VANT/Drones, cujo produto final foi documentação na forma de vídeos e fotos da microbacia hidrográfica do Rio M'Boicy em Foz do Iguaçu-PR. O presente trabalho trata-se de uma pesquisa observacional qualitativa interpretativa sobre os reais aspectos ambientais da micro bacia hidrográfica do Rio M'Boicy, localizado na cidade de Foz do Iguaçu – PR, no mês de Março de 2017. Como resultado, foram utilizadas, 12 fotos do Rio M'Boicy incluindo nascente, curso e foz do rio. Sendo que uma dessas fotos foi obtida por meio do Google Earth e as demais fotos com o uso do Drone. A realização deste trabalho foi benéfica para entender que, o processo da degradação da paisagem natural do rio M'Boicy foi ocasionado principalmente pelo forte processo de urbanização que a cidade de Foz do Iguaçu vem passando nos últimos 30 anos. Além disso, foi possível observar que, na cabeceira do rio, ainda existe uma forte ocupação irregular e que em períodos de chuvas, essa área é uma das que mais sofre com o processo de alagamento, pois o rio não consegue escoar toda aquela água vinda das chuvas, invadindo assim casas, ruas e hotéis.

**Palavras-chave:** VANT 1. Monitoramento 2. Sensoriamento remoto 3. Bacia hidrográfica 4. Legislação Ambiental 5.

COSTA JUNIOR, JOSE TADEUS. **O USO DE VANT NO MONITORAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DO RIO M'BOICY**. 2017. 50 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (GEOGRAFIA - BACHARELADO) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

## ABSTRACT

Watersheds are understood as basic cells of environmental analysis, where the systemic and integrated view of the environment is implicit. It should be mentioned that the action of planning depends directly on the action of research and analysis of the various aspects of the environment and the forms of use and occupation that society establishes over time. In the last twenty years, knowledge areas involving geotechnology have experienced significant technical-scientific growth and are widely disseminated and accepted by government agencies and companies as a source for decision-making and strategic planning. As a justification for this work, the use of drone, its cost / benefit for environmental monitoring, accessibility to the drone by public agencies, and as a study area for the hydrographic basin Of the river M "Boicy, since this river is born and makes its mouth within the territory of the city of Foz do Iguaçu - PR. Thus, by performing the case study and analysis of this area through the use of the drone, it becomes possible to suggest future care with it. The general objective of this work was to create an audiovisual document and also an aeromapping through the use of VANT/Drones, whose final product was documentation in the form of videos and photos of the watershed of the Rio M "Boicy in Foz do Iguaçu- PR. The present work is an observational qualitative observational research on the real environmental aspects of the microbasin of the M'Boicy River, located in the city of Foz do Iguaçu, PR, in March 2017. As a result, 12 photos of Rio M'Boicy including spring, course and river mouth. One of these photos was obtained through Google Earth and other photos using the Drone. The realization of this work was beneficial to understand that the process of degradation of the natural landscape of the M'Boicy river was caused mainly by the strong urbanization process that the city of Foz do Iguaçu has been passing in the last 30 years. In addition, it was possible to observe that, at the head of the river, there is still a strong irregular occupation and that in periods of rains, this area is one of the ones that suffers most from the flooding process, because the river can not drain all that water coming Of rains, invading houses, streets and hotels.

**Key words:** VANT 1. Monitoring 2. Remote Sensing 3. River basin 4. Environmental Legislation 5.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01:</b> Mapa de Zoneamento de Foz Iguaçu, 2016.....	18
<b>Figura 02:</b> Controle do Drone.....	34
<b>Figura 03:</b> Imagem de Satélite da nascente do rio M'Boicy.....	35
<b>Figura 04:</b> Foto Aérea da nascente do rio M'Boicy, no bairro Portal da Foz.....	36
<b>Figura 05:</b> Nascente do rio M'Boicy – Portal da Foz.....	36
<b>Figura 06:</b> Zona de Confluência do Rio M'Boicy com Rio Poti.....	37
<b>Figura 07:</b> Foto Aérea da zona de confluência do Rio M'Boicy com Rio Poti.....	37
<b>Figura 08:</b> Zona de Confluência do rio M'Boicy com Rio Poti.....	38
<b>Figura 09:</b> Zona de Confluência dentro do Hotel Recanto.....	38
<b>Figura 10:</b> Curso Médio do Rio M'Boicy - (Av.Rep.Arg).....	39
<b>Figura 11:</b> Curso médio do rio, na região central de foz do Iguaçu, R. Ed.Barros com Av.Paraná, Bairro Boicy.....	40
<b>Figura 12:</b> Curso Médio do Rio M'Boicy. R. Mato Grosso com Av. Felipe Wandscheer.....	41
<b>Figura 13:</b> Rio M'Boicy - Região Central.....	41
<b>Figura 14:</b> Ponto de Alagamento do Rio M'Boicy, Rua Ed. Barros, Centro de Foz do Iguaçu em 2015.....	42
<b>Figura 15:</b> Ponto de Alagamento do Rio M'Boicy, Rua Ed. Barros, Centro de Foz do Iguaçu, 2017.....	43
<b>Figura 16:</b> Foto Aérea da Foz do Rio M'Boicy com Rio Paraná.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ILATIT</b>	Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Territorio
<b>VANT</b>	Veiculo Aéreo Não Tripulado
<b>PMFI</b>	Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>CFA</b>	Clima Temperado Húmido com Verão quente
<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Aguas
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>GPS</b>	Sistemas de Posicionamento Global por Satélite
<b>ANAC</b>	Agência Nacional de Aviação Civil
<b>CAVE</b>	Certificado de Autorização de Voo Experimental
<b>DECEA</b>	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
4.1 A CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU.....	14
4.1.1 Histórico.....	14
4.1.2 Desenvolvimento Urbano Da Cidade.....	15
4.1.3 Perfil Demográfico.....	19
4.1.4 Clima.....	19
4.1.5 Solo.....	20
4.1.6 Hidrografia.....	20
4.1.7 Legislação Ambiental.....	21
4.1.8 Geotecnologias.....	22
4.1.9 Sensoriamento Remoto.....	24
4.1.10 Veículo aéreo não tripulado, conhecido popularmente como Drones.....	27
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
5.2 MATERIAIS E MÉTODO.....	32
5.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	34
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Entendem-se as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita. Cabe mencionar que a ação de planejar depende diretamente da ação de pesquisa e análise dos variados aspectos do meio ambiente e das formas de uso e ocupação que a sociedade estabelece ao longo do tempo (BOTELHO E SILVA, 2004).

Em regiões de clima tropical a ocorrência de chuvas torrenciais aliada à presença de solos sem a proteção superficial natural removida, torna a crosta superficial impermeável erodindo e/ou gerando problemas socioambientais com importantes repercussões sociais e econômicas. Entre esses problemas estão as enchentes, inundações e assoreamento de cursos d'água e reservatórios. Somam-se a esses problemas a ocupação e o uso do solo muitas vezes inapropriados. Logo, faz-se necessárias ações que harmonizem o clima, as precipitações, a cobertura do solo e ao seu uso e ocupação (CARVALHO et al, 2014).

Camapum de Carvalho et al. (2012) ao contextualizarem a infiltração de águas pluviais em relação aos planos urbanísticos, aos projetos paisagísticos e arquitetônico pontuam que graves problemas socioambientais podem ocorrer como erosões, enchentes, alagamentos e assoreamentos dos cursos d'água e dos reservatórios, decorrentes de deficiências ou não planejamento urbano acarretando o aumento do escoamento superficial consequência da redução da infiltração.

Nos últimos vinte anos, as áreas de conhecimento envolvendo as geotecnologias experimentaram significativo crescimento técnico-científico sendo amplamente divulgadas e aceitas pelos órgãos governamentais e pelas empresas como fonte para tomada de decisão e planejamento estratégico.

As Geotecnologias são conjuntos de técnicas e métodos científicos aplicados à análise, à exploração, ao estudo e à conservação dos recursos naturais, considerando diferentes escalas e a informação espacial (localização geográfica).

Segundo STEFFEN (1996) o sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto de técnicas relacionadas com a aquisição e a análise de dados de sensores remotos, os quais são sistemas óptico-eletrônicos capazes de

detectar e registrar, sob forma de imagens, o fluxo de radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos objetos terrestres.

A realização deste trabalho torna-se necessária para conhecer e entender a área da microbacia hidrográfica do Rio M'Boicy, localizado na cidade de Foz do Iguaçu – PR, possibilitando assim a aprendizagem e necessidade da preservação do meio ambiente e sobre tudo, das micro bacias hidrográficas urbanas, pois foi possível perceber que a ação antrópica realmente é o fator principal da degradação dos rios e das matas em áreas urbanas. Com tudo, cabe ao geografo, analisar e ir a campo para então comprovar tais malefícios causados pelo homem no território e no meio ambiente, e partir daí sugerir mudanças que poderão beneficiar as microbacias, bem como a população como um todo. Para que tal trabalho seja realizado torna-se indispensável a utilização do veiculo aéreo não tripulado (VANT) – Drone, o qual permite um trabalho amplo, com baixo custo e que apresenta resultados muito significativos nesta área de análise ambiental.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Como justificativa para a realização deste trabalho destaca-se a utilização do veículo aéreo não tripulado (drone), seu custo/benefício para a realização de um monitoramento ambiental, a acessibilidade ao drone por órgãos públicos, e como área de estudo referente a bacia hidrográfica do rio M<sup>o</sup>Boicy, uma vez que este rio nasce e faz sua foz dentro do território da cidade de Foz do Iguaçu - PR. Assim, realizando o estudo de caso e análise desta área por meio da utilização do drone, torna-se possível sugerir futuros cuidados com a mesma.

### 3. OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho consistiu na criação de um documento audiovisual e também um aeromapeamento por meio da utilização de VANT/Drones, cujo produto final foi documentação na forma de vídeos e fotos da microbacia hidrográfica do Rio M<sup>o</sup>Boicy localizado no município de Foz do Iguaçu-PR.

Os objetivos específicos foram:

- Utilização do Drone para registrar a situação das encostas do rio M<sup>o</sup>Boicy;
- Análise ambiental da aérea por meio de Vants;
- Sugerir estratégias ambientais para melhorar a realidade do rio.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 A CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU

#### 4.1.1 Histórico

Em 1542, o espanhol Álvar Nuñez Cabeza de Vaca, chegou ao Rio Iguaçu e por ele seguiu guiado por índios Caiganges até chegar ao que se conhece hoje como as Cataratas do Iguaçu. O Cabeza de Vaca é reconhecido como o "descobridor" das Cataratas do Iguaçu. Assim, em 1881, Foz do Iguaçu recebeu seus dois primeiros habitantes, o brasileiro Pedro Martins da Silva e o espanhol Manuel Gonzáles (PMFI, 2010).

Pouco depois chegaram os irmãos Goycochéa, que começaram a explorar a erva-mate. Oito anos depois, foi fundada a Colônia Militar na fronteira - marco do início da ocupação efetiva do lugar por brasileiros e do que viria a ser o Município de Foz do Iguaçu. A expedição do engenheiro e tenente José Joaquim Firmino chegou à Foz do Iguaçu em julho de 1889. Neste período foi realizado um levantamento da população que identificou 324 pessoas, sendo em sua maioria paraguaios e argentinos. Havia também espanhóis e ingleses, já presentes na região e dedicados à extração da erva-mate e da madeira, exportadas via rio Paraná. Em 22 de novembro do mesmo ano, o tenente Antônio Batista da Costa Júnior e o sargento José Maria de Brito fundaram a colônia militar, com a competência de distribuir terrenos a colonos interessados (PMFI, 2010).

No ano de 1897 foi criada a Agência Fiscal, chefiada pelo capitão Lindolfo Siqueira Bastos. Ele registrou a existência de apenas 13 casas e alguns ranchos de palha. Nos primeiros anos do século XX a população de Foz do Iguaçu chegou a aproximadamente 2.000 pessoas e o vilarejo dispunha de uma hospedaria, quatro mercearias, um rústico quartel militar, mesa de rendas, estação telegráfica, engenhos de açúcar e cachaça e uma agricultura de subsistência (PMFI, 2010).

Em 1910 a Colônia Militar passou à condição de "Vila Iguassu", distrito do Município de Guarapuava. Dois anos depois, o ministro da guerra emancipou a colônia tornando-a um povoamento civil, entregue aos cuidados do governo do Paraná, que criou então a coletoria estadual da Vila. Em 14 de março de 1914, pela lei 1383, foi criado o Município de Vila Iguassu, instalado efetivamente no dia 10 de junho do mesmo ano, com a posse do primeiro prefeito, Jorge Schimmelpfeng, e da primeira Câmara de Vereadores (PMFI, 2010).

O município passou a denominar-se "Foz do Iguaçu", em 1918. A estrada que liga Foz do Iguaçu a Curitiba tomou sua primeira forma em 1920. Era uma estrada precária e cheia de obstáculos. Na segunda metade da década de 50, iniciou-se o asfaltamento da estrada que cortaria o Paraná de leste a oeste, ligando Foz do Iguaçu a Paranaguá, sendo inaugurada em 1969.(PMFI, 2011).

#### **4.1.2 Desenvolvimento Urbano Da Cidade**

De acordo com HAHN (2006) a evolução da expansão do território da malha urbana está diretamente relacionada à dinâmica econômica do município. Nesse sentido, a construção da Usina Hidroelétrica de Itaipu foi um marco significativo dessa mudança, que ora valorizou terras e propiciou a especulação imobiliária, ora rechaçou a política urbana local em prol de seus interesses e excluiu parcela significativa de moradores.

O primeiro Plano Diretor de Foz do Iguaçu foi aprovado em 1991, e esteve em vigor até o ano de 2005, e em vez de ser feito por pessoas de Foz do Iguaçu, foi feito em Curitiba por um professor de urbanismo da Faculdade Federal do Paraná que só veio conhecer Foz do Iguaçu no dia em que trouxe o documento para ser entregue ao município. Nenhum técnico, nenhum munícipe que conhecia a cidade participou da elaboração do documento para poder sugerir um plano ideal de expansão para Foz do Iguaçu (HAHN, 2006).

O fato de não priorizar a preservação e conservação do meio ambiente, com ênfase para os recursos hídricos, ao longo da expansão territorial urbana, com o agravamento na fase da construção da Usina Hidroelétrica de Itaipu, quando se desconsiderou a necessidade de criar áreas de proteção ambiental, tornou-se mais difícil com o passar dos anos (HAHN, 2006).

Atualmente o Plano Diretor vigente é do ano de 2016. No entanto não difere muito do que já estava previsto no último plano de 2006.

Art. 1o O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado Sustentável – PDDIS/FOZ 2016 – é o instrumento de planejamento estratégico do desenvolvimento e expansão urbana do Município e de referência obrigatória dos agentes públicos e privados que atuam na produção e gestão da cidade e aplicar-se-á em toda extensão territorial do Município.

Art. 13. Para a elaboração do Plano Diretor – PDDIS/FOZ 2016 –, em especial no que se refere ao sistema de proteção ambiental e conservação do patrimônio natural deverão obrigatoriamente ser levada em consideração, as seguintes diretrizes:

§ 2o Pelo estabelecimento de normas específicas de uso e ocupação do solo para a proteção dos recursos naturais em áreas de mananciais e bacias hidrográficas e para exploração racional da água subterrânea servindo-se de instrumentos cartográficos de gestão e inclusive informações sobre outorgas fornecidas por instituição responsável pelas mesmas.

...

Art. 26. Conforme os princípios e objetivos deste Plano Diretor, expressos nos Capítulos II e III, do Título I, desta Lei Complementar, respectivamente, o ordenamento territorial obedece às seguintes diretrizes: I - planejamento do desenvolvimento do Município, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas no território municipal, de modo a evitar e corrigir as distorções do processo de desenvolvimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; II - integração e compatibilização entre a área urbana e a área rural do Município; III - conservação e recuperação da qualidade hídrica das bacias do Município; IV - ordenação e controle do uso do solo, de forma a combater e evitar: a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos; b) a proximidade ou conflitos entre usos incompatíveis ou inconvenientes; c) a utilização excessiva ou a subutilização da infraestrutura urbana; d) a retenção de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização; e) a deterioração de áreas urbanizadas e dotadas de infraestrutura, especialmente as centrais; f) o uso inadequado dos espaços públicos; g) a poluição e a degradação ambiental; h) a degradação da qualidade ambiental do espaço construído; e i) a degradação dos bens socioambientais (PMFI, 2016).

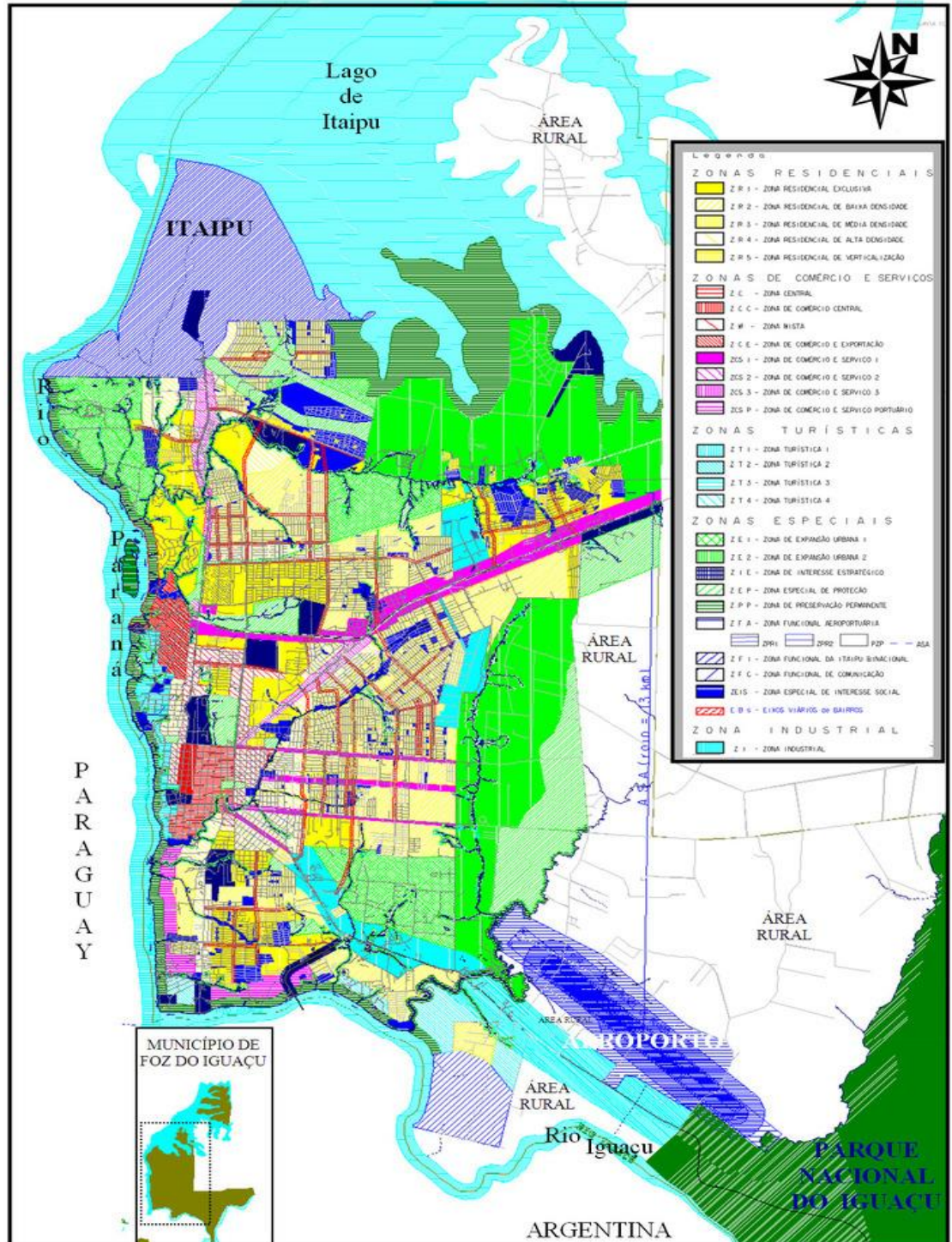
Farias (2008) afirma como medidas estruturais recomenda-se a análise dos locais onde o lançamento das águas pluviais está em desacordo e causando impacto no ambiente. Estabelecendo medidas corretivas no sistema de drenagem, como exemplo bacias de infiltração, valas de infiltração e mecanismos para retenção de resíduos sólidos. O ciclo hidrológico como os outros ciclos na natureza dependem de um equilíbrio, o ser humano deve criar artifícios que mantenham este equilíbrio, de forma a permitir que o ecossistema se mantenha estável e permita a sua própria sobrevivência e das futuras gerações.

Antes da vigência do atual Plano Diretor, havia o Projeto de Lei Complementar de 2007 sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Foz do Iguaçu, o qual em seu artigo 64 trata da proteção dos recursos hídricos:

Art. 64. Para efeito de proteção necessária aos recursos hídricos do município, ficam definidas as faixas de drenagem dos cursos d'água ou fundos de vale, de forma a garantir o perfeito escoamento das águas pluviais das bacias hidrográficas e a preservação de áreas verdes, ressalvadas maiores exigências de lei específica. § 1º Todos os lotes às margens, ou que possuam cursos d'água naturais deverão prever uma faixa non aedificandi e de proteção de no mínimo 30m (trinta metros) para cada lado das margens, observadas as disposições da Lei de Parcelamento do Solo Urbano e do Código Florestal sobre a matéria. § 2º Ao longo das margens dos principais cursos d'água do município, observar-se-ão as seguintes faixas de proteção, salvo maiores exigências da legislação superior: I - 200m (duzentos metros) para os Rios Paraná e Iguaçu; II - 50m (cinquenta metros) para o Rio Tamanduá; III - 30m (trinta metros) para os Rios Mathias Almada, M'Boicy, Carimã, Tamanduazinho e demais rios e córregos. IV - nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água" qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura. .../Projeto de Lei Complementar – fl. 37.

A figura 01 mostra o mapa do zoneamento urbano da cidade de Foz do Iguaçu com base no plano diretor.

Figura 01: Mapa de Zoneamento de Foz Iguaçu, 2016



Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo, 2016

### 4.1.3 Perfil Demográfico

Com base nas estatísticas do IBGE (2017), o quadro de evolução do número de habitantes em Foz do Iguaçu indica que no período de 1970 a 2007, houve acentuado aumento populacional no município.

Ao final da década seguinte (1980), o município já contava com mais de 150.000 habitantes, totalizando assim no ano de 2010, 256.081 mil habitantes.

Esse número, 256.081 mil habitantes se manteve constante até o último censo realizado em 2016, conforme anteriormente citado.

### 4.1.4 Clima

O clima de Foz de Iguaçu é subtropical úmido mesotérmico, classificado por Köppen como Cfa (clima temperado húmido com verão quente). O sistema de classificação climática de Köppen é baseado na vegetação, temperatura e pluviosidade, apresenta um código de letras que designam grandes grupos e subgrupos climáticos, além de subdivisões para distinguir características estacionais de temperatura e pluviosidade (PMFI, 2010).

A cidade tem uma das maiores amplitudes térmica anuais do estado do Paraná, valor aproximado de 11°C de diferença média entre o inverno e o verão. Isto se deve a uma menor influência da maritimidade do que a que ocorre em outros municípios. Por essa razão os verões costumam ser muito quentes, com máximas médias em torno dos 33°C, por vezes chegando a superar a marca dos 40°C (PMFI, 2010).

Apesar de serem considerados amenos, os invernos propiciam quedas bruscas de temperaturas que podem cair abaixo de zero durante a passagem de frentes frias com as massas de ar polar na retaguarda. As chuvas costumam ser bem distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno. A precipitação anual varia em torno dos 1.800mm (PMFI, 2010).

#### **4.1.5 Solo**

O Solo do município apresenta encostas levemente onduladas, com solos de textura argilosa, de origem eruptiva, profundos e ricos em matéria orgânica.

O modelado de colinas com pequena amplitude altimétrica que acompanha os eixos de drenagem, associado aos solos férteis, proporcionou um desenvolvimento extraordinário da agricultura.

#### **4.1.6 Hidrografia**

O município é delimitado pelos dois maiores rios do Estado: Paraná e Iguaçu. Seus afluentes forma o sistema de drenagem natural. Dentre eles pode-se destacar nove micro-bacias hidrográficas, sendo sete delas circunscritas ao perímetro municipal.

Da bacia do baixo Iguaçu são: Rio Tamanduá, Corrego Carimã e Rio São João. Da bacia do Paraná III são: Rio Almada, M'Boicy e O'Coí, Cue, Guabiroba e Monjolo.

Cada uma dessas micro-bacias e seus rios, córregos e nascentes possuem cada qual vales isolados, separados por regiões de altitudes mais elevadas.

Todos são rios perenes que aumentam grandemente a vazão quando em épocas de chuvas. Tal fato se deve a conjugação de fatores, como o solo pouco permeável, a extinção de cobertura vegetal primitiva e na sua maioria desprotegida de mata ciliar e a impermeabilização da superfície seja pelas obras de urbanização, seja pelo subsolamento da agricultura mecanizada.

Os pertencentes a bacia do Iguaçu são, em sua maioria, rios cataclinais. Apresentando curso sinuoso, vales encaixados com patamares nas encostas, desenvolvendo seus cursos nas áreas de fraqueza das rochas efusivas, representada pelo intenso fraturamento e pela disjunção e sequencia dos derrames.

O controle estrutural o qual está submetido a rede de drenagem é evidenciado pela reutilização de segmentos dos rios, pela inflexões bruscas e pela ocorrência generalizada de lajedos, corredeiras, saltos, quedas e ilhas.

#### **4.1.7 Legislação Ambiental**

Como base na Legislação Ambiental pode-se destacar a Lei dos Recursos Hídricos e o Código Florestal (este trata da Área de Preservação Permanente – APP).

As normas surgem da necessidade de orientar o cidadão a seguir ou a coibir-lhe certos comportamentos. A norma jurídica existe para regular o que é permitido e o que é proibido fazer. Com relação às APPs, as normas evoluíram da simples proteção ambiental de certos locais para algo mais abrangente, que realça a inter-relação homem-meio ambiente. A interpretação ecológica das APPs deve incluir, além dos aspectos ambientais, também os aspectos econômicos, sociais e culturais (BORGES, 2011).

Não obstante a relativa abundância dos recursos hídricos brasileiros (em grande parte de seus Estados), a sua qualidade tem sido comprometida por diversas formas de poluição: lançamento de esgotos domésticos não tratados, de efluentes industriais, contaminação por agrotóxicos, mercúrio de garimpos, derramamentos de óleo, etc (SANTILLI, 2001).

A necessidade de proteção das águas contra diversas formas de poluição e de uso inadequado se traduz em normas legais que pretendem planejar, regular e controlar a sua utilização, de acordo com padrões e critérios definidos através de uma Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), e implementados através de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) (SANTILLI, 2001).

A Área de Preservação Permanente pode ser definida como área protegida em local de elevada fragilidade e/ou importância ambiental (como margens de nascentes, riachos, rios e lagos, entorno de nascentes e reservatórios d água, topos de morros e áreas de alta declividade, etc), coberta ou não por vegetação nativa, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade

geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (ELLOVITH e VALERA, 2014).

A vegetação, nativa ou não, e a própria área são objeto de preservação não só por si mesmas, mas pelas suas funções protetoras das águas, do solo, da biodiversidade (aí compreendendo o fluxo gênico de fauna e flora), da paisagem e do bem estar humano. A área de preservação permanente - APP não é um favor da lei, é um ato de inteligência social e é de fácil adaptação às condições ambientais (MACHADO, 2007).

A Lei 9.984, de 17/07/2000, criou a Agência Nacional de Águas – ANA – entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos (SANTILLI, 2001).

A Lei 9.433/9711 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Do ponto de vista dos especialistas em meio ambiente, a vegetação das APPs desempenha os importantes papéis ecológicos de proteger e manter os recursos hídricos, de conservar a diversidade de espécies de plantas e animais, e de controlar a erosão do solo e os consequentes assoreamento e poluição dos cursos d'água (BRASIL, 2013).

#### **4.1.8 Geotecnologias**

As geotecnologias também são usadas para estudar a paisagem (topografia, hidrografia, geologia e geomorfologia) e variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e radiação solar), analisar e auxiliar na prevenção de desastres naturais (enchentes, terremotos e erupções vulcânicas), além de gerenciar e de monitorar a atividade humana (infraestrutura, agropecuária e dados socioeconômicos).

Esse conjunto de técnicas é composto por hardware (satélites, câmeras, GPS, computadores) e software capaz de armazenar, manipular informações geográficas e processar imagens digitais.

A necessidade de conhecer os modelos atuais de uso do solo e as modificações ocorridas ao longo dos anos constitui-se em pré-requisitos para a gestão sustentável dos recursos naturais.

Convencionalmente, as informações de levantamento dos recursos naturais eram coletadas através de técnicas de aerofotogrametria, apoiadas por levantamentos de campo, originando mapas analógicos, que invariavelmente levavam anos para serem atualizados.

Com a utilização das Geotecnologias envolvendo ferramentas como: o Sensoriamento Remoto, os SIG's e os Sistemas de posicionamento Global por Satélite (GPS), o tempo médio para a obtenção das informações necessárias foi reduzida para semanas, somente essa característica ampara a ampla aceitação e a demanda por essas tecnologias.

Novo (1995), já enumerava as inúmeras aplicações do sensoriamento remoto na avaliação dos recursos naturais. Em recursos hídricos, destacava a análise qualitativa de imagens e fotografias aéreas, permitindo a identificação de alterações locais da superfície líquida, padrão de drenagem, migração de canais fluviais, avaliação do impacto regional de enchentes, qualidade de água, monitoramento de reservatórios, cadastro de áreas irrigadas e inventário de fontes de sedimentos.

Outra exemplificação era o monitoramento do uso da terra, com informações obtidas sobre a cobertura do solo, sua dinâmica, a área recoberta por vegetação nativa, por florestas, por culturas agrícolas e demais usos.

Destacava ainda como grande aplicação do sensoriamento remoto, o monitoramento da vegetação, a previsão de safras e a avaliação de pastagens degradadas.

A capacidade de obtenção de informações através do sensoriamento remoto e de GPS aliado ao processamento de dados nos SIG's, permitem que várias alternativas sejam avaliadas de forma eficaz e relativamente rápida. Essas possibilidades levaram a uma mudança qualitativa na forma como muitas análises podem ser realizadas.

Planos de monitoramento ambiental podem ser progressivamente reavaliados e refinados visando à otimização das soluções, procedimentos que seriam inviáveis tecnicamente e financeiramente pelo uso das técnicas tradicionais.

Conforme Florenzano (2002), as imagens de satélite, ao recobrirem sucessivas vezes a superfície terrestre, possibilitam o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente. Inúmeras dentre as aplicações, o monitoramento da erosão do solo, inundações, áreas de queimadas e desmatamentos. Essas imagens proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre.

Entretanto, deve-se destacar que a leitura e exemplificação do Espaço Geográfico, que utiliza os diversos instrumentos como discorre Francischett (2004, p. 7), promove a interface, entre o espaço observado e o vivenciado, na objetivação da compreensão do mesmo e conseqüentemente sua dinamização, onde,

“A representação do espaço geográfico pode-se dar através de cartas, plantas, croquis, mapas, globos, fotografias, imagens de satélites, gráficos, perfis topográficos, maquetes, textos e outros meios que utilizam a linguagem cartográfica. A função dessa linguagem é a comunicação de informações sobre o espaço, daí a necessidade de haver uma situação comunicativa (exposição e divulgação dos trabalhos) para que a atividade seja significativa e ocorra aprendizagem e avaliação do processo, além de contribuir para que mais pessoas tenham acesso ao conhecimento.”  
Francischett (2004, p. 7)

Nesse contexto, o uso desses conhecimentos para gestão dos recursos naturais transcende o simples fato de utilizar tecnologias computacionais para subsidiar um processo que anteriormente era manual. Entende-se que a capacidade analítica dessas ferramentas propicia armazenar e analisar a informação ambiental de diferentes maneiras e enfoques

Segundo Silva e Zaidan (2004), amplas possibilidades técnicas e metodologias, em associação com novos conceitos derivados da tecnologia do geoprocessamento, começam ser refletidos em campos científicos tradicionais.

#### **4.1.9 SENSORIAMENTO REMOTO**

LOCH (1989) define sensoriamento remoto como a captação à distância de registros, dados e informações das características da superfície terrestre, sem contato físico direto.

Para NOVO (1992), sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos sensores e equipamentos no estudo do ambiente terrestre realizado através do registro e análise das interações radioeletromagnéticas com os alvos na superfície e atmosfera terrestre.

ASRAR (1989), define sensoriamento remoto como a aquisição de informações sobre as condições e/ou o estado de um alvo por um sensor, sem entrar em contato físico com ele.

ROSA (1987) comenta que apenas recentemente o termo sensoriamento remoto passou a ser utilizado com o intuito de representar o campo da utilização de imagens e aerofotogramas obtidos por qualquer tipo de sensor.

SWAIN & DAVIS (1978) afirmam que o sensoriamento remoto pode ser definido também como sendo o conjunto de atividades relacionadas com a aquisição e a análise de dados coletados por sistemas óptico-eletrônico (sensores) capazes de detectar e registrar o fluxo de energia radiante refletido ou emitido pelos alvos. Geralmente esses alvos são objetos localizados sobre a superfície terrestre, mas podem estar sobre outros astros.

MENDES (2000), afirma que se pode considerar o sensoriamento remoto como um sistema de aquisição de informações, subdividido em cinco componentes: Fonte de energia eletromagnética, meio de transmissão, alvo na superfície da Terra, sensor e plataforma, e sistema de processamento. Ainda segundo este autor, outra característica do sensoriamento remoto é a habilidade de coletar uma longa série temporal de dados. A necessidade de dados frequentes (semanais e/ou quinzenais) por longos períodos de tempo (ou estações) inviabiliza o aumento do número de sítios amostrais pontuais, devido ao grande custo financeiro.

Segundo EASTMAN (1998), o termo sensoriamento vem sendo associado mais especificamente com a indicação de interações entre os materiais da superfície terrestre e a energia eletromagnética. Este mesmo autor afirma que qualquer tentativa de definição mais específica se torna difícil, uma vez que não é sempre o ambiente natural que é analisado (p. ex., aplicações na conservação de obras de arte); o tipo de energia não é sempre eletromagnética (p. ex., sonar) e alguns métodos medem a emissão de energia natural (p. ex., infravermelho termal) em vez de interações de energia proveniente de uma fonte independente.

Segundo FRANÇOSO et al (1993), as técnicas de sensoriamento remoto através de imagens orbitais são insuperáveis ao nível de rapidez

comparadas às técnicas convencionais (aerofotografias). Ao propiciarem uma visão integrada do espaço urbano-regional e a percepção das suas inter-relações, tornaram-se fundamentais para o monitoramento dos limites das cidades e análise do seu crescimento.

De acordo com GARCIA (1982), o campo de aplicações do sensoriamento remoto expandiu-se muito nos últimos anos, favorecido pelas seguintes vantagens que apresenta:

- Visualização completa da paisagem agrícola;
- Cobertura de extensas áreas;
- Custos mais econômicos;
- Resultados obtidos com rapidez.

Já nos anos 80, COELHO & PITANGA (1982), empregaram técnicas de sensoriamento remoto para avaliar a evolução do uso e a cobertura do solo da cidade do Rio de Janeiro no período de 1972 a 1980. Os estudos foram representados sob a forma de um conjunto de cartas, mostrando a evolução espacial e dinâmica do processo de transformação no uso da terra daquela cidade, o que reforça a visão de DIEGUES (1989), de que o sensoriamento remoto ajuda na análise e monitoramento das atividades humanas sobre os ecossistemas. O uso de imagens sucessivas pode oferecer uma boa visão dinâmica da ocupação dos espaços e de usos dos recursos.

MATHER apud PEREIRA (1995), cita que as imagens de sensoriamento remoto não são mapas e que, frequentemente, há necessidade que sejam extraídas informações das imagens para posterior integração com dados de mapas, em um sistema de informações geográficas. A agregação a uma imagem de sensoriamento remoto de escala e projeção conhecida é definida como correção geométrica.

BRAGANÇA et al (1987), afirmam que o processo de avaliação de impacto ambiental envolve a identificação, previsão e avaliação dos efeitos das atividades desenvolvidas e propostas pela ação humana. Segundo eles, a importância e vantagem do sensoriamento remoto podem ser vistas em muitos países, e suas aplicações vão desde o mapeamento e monitoramento de recursos naturais à proteção de ambientes sensíveis à exploração e degradação.

#### **4.1.10 Veículo aéreo não tripulado, conhecido popularmente como Drones**

O termo “drone”, originado nos Estados Unidos da América (EUA), que vem se difundindo mundo afora, para caracterizar todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de qualquer propósito (profissional, recreativo, militar, comercial etc.), origem ou característica. Ou seja, é um termo genérico, sem amparo técnico ou definição na legislação. No Brasil, esse termo é mais associado às plataformas menores usadas para fins de lazer e filmagens aéreas. Os drones podem reduzir a exposição humana a tarefas longas, monótonas, sujas ou perigosas, bem como proporcionar possíveis economias financeiras e benefícios ambientais (redução do consumo de combustível, menos emissões de CO<sub>2</sub>) (GOVERNO FEDERAL, 2017).

Dentre as diversas formas de utilização dos drones, destaca-se seu uso na agricultura para a análise de solo e de campo: Os drones são capazes de produzir mapas em 3D com precisão, permitindo a análise inicial do solo, que pode ser usada para planejar os padrões de plantio das sementes. Além disso, a análise fornece dados para irrigação e gerenciamento do nível de nitrogênio. Os drones com sensores hiperespectrais, multiespectrais ou térmicos são capazes de dizer exatamente em quais partes de um campo falta água ou quais precisam de melhorias. Além disso, uma vez que a lavoura esteja crescendo, os drones permitem o cálculo do índice de vegetação, mostram a assinatura de calor, e permitem o plantio de lavouras (GOVERNO FEDERAL, 2017).

Essa tecnologia possui a capacidade de executar missões de policiamento ostensivo aéreo, sem que seja colocada em risco a vida humana. Analisando sob o prisma militar, a importância a nível estratégico dessa ferramenta tecnológica, em ambiente onde determinada força não consegue superioridade aeroespacial em relação à outra, é imperiosa, visto que dessa forma os pilotos das

aeronaves militares convencionais não ficam expostos ao perigo do inimigo (MILESKI, 2007).

Trata-se de um instrumento com relativo baixo custo operacional, o qual poderá ser operado via controle remoto por terra ou, dependendo do modelo do drone, a partir de um plano de voo pré-determinado, que, de acordo com os equipamentos instalados, poderá executar missões até então realizadas única e exclusivamente por aeronaves tripuladas. Trata-se de um veículo capaz de voar na atmosfera, fora do efeito de solo, que foi projetado ou modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo (FARIA e COSTA, 2015).

No Brasil, existem inúmeros projetos envolvendo o desenvolvimento e emprego de VANT's para diversas aplicações, civis e militares, as quais incluem desde a resposta a desastres naturais, passando pela avaliação de impactos ambientais, monitoramento e levantamento de culturas, monitoramento de linhas de transmissão, geração de Modelos Digitais de Terreno, entre tantas outras.

Quanto à tecnologia empregada nos drones, poderá ter maior ou menor grau de inteligência, isto é, a capacidade de automação dessa máquina poderá gerar uma comunicação com o seu operador, a partir de instrumentos tecnológicos acoplados a ele, como, por exemplo, o envio de dados de câmeras de visão termal, informações sobre a velocidade, altitude, localização via GPS, ou, como em alguns modelos, os dados coletados (vídeos ou fotografias) somente serão recuperados após o retorno à base de lançamento (FARIA e COSTA, 2015).

Dentre as diversas formas de utilização dos drones, destaca-se seu uso na agricultura para a análise de solo e de campo: Os drones são capazes de produzir mapas em 3D com precisão, permitindo a análise inicial do solo, que pode ser usada para planejar os padrões de plantio das sementes. Além disso, a análise fornece dados para irrigação e gerenciamento do nível de nitrogênio. Os drones com sensores hiperespectrais, multiespectrais ou térmicos são capazes de dizer exatamente em quais partes de um campo falta água ou quais precisam de melhorias. Além disso, uma vez que a lavoura esteja crescendo, os drones permitem o cálculo do índice de vegetação, mostram a assinatura de calor, e permitem o plantio de lavouras (GOVERNO FEDERAL, 2017).

Dessa forma, sendo o Drone um modelo de controle remoto, sem piloto embarcado e manipulado por controle remoto, à distância, com diversos

usos que vão desde o lazer até o uso militar, verifica-se que essa tecnologia poderá ser bastante útil; senão vejamos: os drones militares possuem tecnologia distinta e, como cérebro, possuem um micro controlador com processador e memória com software; são utilizados para voos no interior de prédios e construções fechadas, para verificar a normalidade ou anormalidade (SILVA, 2013).

Os drones, por serem equipamentos e sem piloto, podendo ser monitorados a distância, auxiliam muito, pois podem chegar a lugares que o homem, em sistema convencional não chegaria ou demoraria muito mais tempo para lá chegar. Dessa forma, ele agiliza ações e, como é um compactador inteligente, tira fotos, e mapeia o ambiente, facilitando o trabalho e obtendo melhor resultado, pois tem maior precisão; podendo assim, auxiliar nas inspeções ambientais, prevenindo danos futuros e alertando sobre os danos presentes como vantagens dos drones, destaca-se: são capazes de monitorar áreas fora do alcance dos seres humanos e tem uma visão absolutamente mais ampla do habitat dos animais ou das áreas de preservação, o que os tornam mais eficazes no envio de informações (FONTES e POZZETTI, 2016).

Fontes e Pozzetti (2016) ainda afirmam que no comparativo com o método tradicional, os drones se mostraram-se mais precisos, pois a vista aérea dos aparelhos reduz a probabilidade, por exemplo, das aves serem perdidas pelo terreno ou obstáculos que bloqueiam a visão de quem patrulha em solo.

A Portaria n. 415 DGCEA de 09/11/2015 aprovou a regulamentação do Sistema de aeronaves Remotamente Pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro, em conformidade com o previsto no Decreto n. 6.834 de 30/04/2009. Em seu subitem n.214 a Portaria n.415/2015 define RPA – Aeronave Remotamente Pilotada como “aeronave não tripulada, pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota” (MINISTERIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA, 2015).

De acordo com Silva (2013) para a regulamentação de VANT são necessárias as seguintes autorizações para operações com VANT no Brasil: 1) Autorização da ANATEL, para exploração do serviço de telecomunicações e de uso de radiofrequências; 2) Autorização da ANAC, para obtenção de um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), no caso de solicitação para operação experimental ou solicitação para Autorização Especial de Voo, no caso de operações com fins lucrativos e 3) Autorização do DECEA para uso do espaço

aéreo. Independentemente da posse de um Certificado de Autorização da ANAC, toda operação com VANT é condicionada à autorização do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, da Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL e, em alguns casos, do Ministério da Defesa ou do Comando da Aeronáutica (vide §4º e §5º do Art. 8º da Lei 11.182, de 27 de setembro de 2005) (ANAC, 2012B).

A utilização de VANT (Drone) auxilia a verificação de áreas de riscos, especificação dos elementos visíveis, configuração espacial e, conseqüentemente permite a execução do levantamento planialtimétrico de forma mais rápida em assentamentos irregulares para que famílias de baixa renda sejam beneficiadas com a titulação de seus lotes, o que ocasiona amplitude dos direitos sociais e qualidade de vida, uma vez que a equipe terá condições de planejar as metodologias de execução do levantamento a partir das especificações identificadas por meio do drone, que registra detalhes da área por meio de fotografias (fotogrametria). Além da aplicação direta na regularização fundiária de interesse social, os drones podem ser utilizados como ferramentas de controle e gestão municipal, das áreas regulares e irregulares, permitindo investigação de áreas propensas a alagamentos, desmoronamentos, que não atendem especificações de faixas de domínios e localizadas em áreas de preservação permanente, como também da detecção da evolução e deficiência infra-estrutural dos municípios (LIMA, 2016).

## 5. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa observacional qualitativa interpretativa sobre os reais aspectos ambientais da micro bacia hidrográfica do Rio M'Boicy, localizado na cidade de Foz do Iguaçu – PR, no mês de Março de 2017.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio M'Boicy situa-se nas coordenadas: 25°30'37"S 54°32'50"W. Cortando a cidade de Foz do Iguaçu-PR.

Esta região apresenta uma população de 256.088 habitantes. Área de 618,352 km<sup>2</sup>. Bioma de Mata Atlântica (IBGE, 2017).

Até o final da década de setenta o Rio M'Boicy, apresentava águas límpidas e cristalinas, além do fato de que suas margens eram compostas por uma vasta mata ciliar. Essa situação de qualidade ambiental foi sendo modificada nos últimos anos, em decorrência do processo de ocupação desenfreada no entorno desta bacia hidrográfica, estimulada sobre tudo pela especulação imobiliária, o que ocasionou uma intensa degradação das condições ambientais do rio. Além disso, houve uma acentuada destruição da cobertura vegetal e de suas encostas, mas o fator primordial dessa degradação ambiental foi decorrente ao lançamento irregular da rede de esgoto urbano em suas águas (LOCKS, LANG e HARTMANN. 2016).

De acordo com Carvalho et al (2014) muitas vezes a ocupação e uso do solo se dá motivada por empreendimentos como rodovias e construção de reservatórios sem que haja, no entanto, um planejamento prévio.

No contexto socioambiental, existem serias implicações, uma dessas implicações é devido ao excesso de impermeabilização do solo e também a remoção de áreas verdes muitas vezes indo contra a forma de ocupação prevista no Plano Diretor. As obras de engenharia são muitas vezes, sem necessidade específicas, ocasionando assim graves danos ao meio ambiente.

As ruas localizadas as margens do Rio M'Boicy, são as mais atingidas da cidade e quando ocorre chuvas acima do normal, ocasiona assim no entupimento das galerias do rio e transbordo da água, atingindo assim as residências localizadas próximo as encostas do rio. Esse fato é provocado pelo excesso de lixo que é descartado de forma incorreta por alguns moradores as margens do rio. (PMFI, 2014).

## 5.2. MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi dividido em duas partes distintas, a primeira foi realizado o levantamento aereo fotografico da micro bacia hidrográfica do rio M'Boicy, utilizando o drone modelo Phantom 4 (Drone, Modelo, DJ1 Phantom 4, COR: Branco. CAMERA: Sensor: 1 / 2.3" Pixels efetivos: 12M. •Lente: FOV 94 ° 20 mm (35 milímetros formato equivalente). •ISO: 100-3200 (vídeo) 100-1600 (foto). Velocidade do obturador eletrônico: 8 s a 1/8000 s), resultando em uma filmagem de alta resolução da nascente ao corpo médio do rio, pois onde o rio nasce a mata é bem fechada.

Na primeira parte, foi realizado um levantamento aéreo de uma parcela da bacia, nascente no bairro do Portal da Foz, em Foz do Iguaçu. O Levantamento foi feito com base num ponto de referencia, Hotel Recanto.

1 - DRONE: Phantom 4.

Material 01: VANT(Drone)



O Drone decolou nas proximidades da nascente no Portal da Foz, seguindo em direção ao curso médio da micro bacia, ao sul da cidade de Foz do Iguaçu, secundamente foi feito as filmagens da micro bacia mais precisamente onde o acesso é dificultoso devido a mata ser bem fechada e cercada por propriedades privadas. Lembrando que o computador de bordo do drone possui vários modos de voo, selecionados pelo via rádio, como:

- Auto - executa uma missão previamente programada pelo link de telemetria a partir do notebook;
- Position Hold - trava a altitude e coordenadas GPS;
- Return to Launch - volta em altitude e velocidade configurável até o local de decolagem e depois pouso sozinho;
- AltHold - trava a altitude atual ao virar a chave, permitindo que você voe à vontade sem o drone ganhar ou perder altitude;
- Follow me - segue automaticamente o piloto;
- Guided - você clica no mapa no notebook e o drone voa para aquela posição.

Pelo smartphone na estação de solo, usando o link de telemetria, foi possível visualizar:

- 1. visualizar em tempo real todos os sensores e dados programação dos waypoints em tempo real;
- 2. visualização de um horizonte artificial com informações do vôo;
- 3. visualização de um mapa para saber exatamente onde o drone se encontra;
- 4. visualização de áreas com ocupação irregulares e também escoamento do esgoto dos bairros depositados no rio;
- 5. visualização de entulhos como, plásticos, lixo orgânico e inorgânico, dificultando assim o fluxo de água.

Por fim, você pilota olhando a tela de LCD do smartphone, onde já tem todas informações de voo. Esse dispositivo é muito importante pois é possível saber exatamente o quanto ainda tem de bateria, bem como a altitude e a distância do equipamento.

Na segunda parte foi feito o registro fotográfico com câmera digital em solo de alguns pontos de alagamento do rio em meados de Abril de 2017, como também nas proximidades do estádio do ABC futebol clube de Foz do Iguaçu, posteriormente, na região central da cidade mais precisamente no bairro do Boicy próximo ao supermercado Muffato e no bairro maracanã, onde é notório que o processo de urbanização atropelou os limites do rio, ocasionando assim em fortes enchentes e degradação da área. Depois de registrado tais pontos, foi enviado as fotos para um notebook Samsung, cujas as configurações eram, processador Celeron 3205U, 4 GB de RAM, 500 GB de HD e Intel HD Graphics, onde foi processado e tratada as fotografias.

**Figura 02:** Controle do Drone



**Fonte:** Elaborada pelo autor

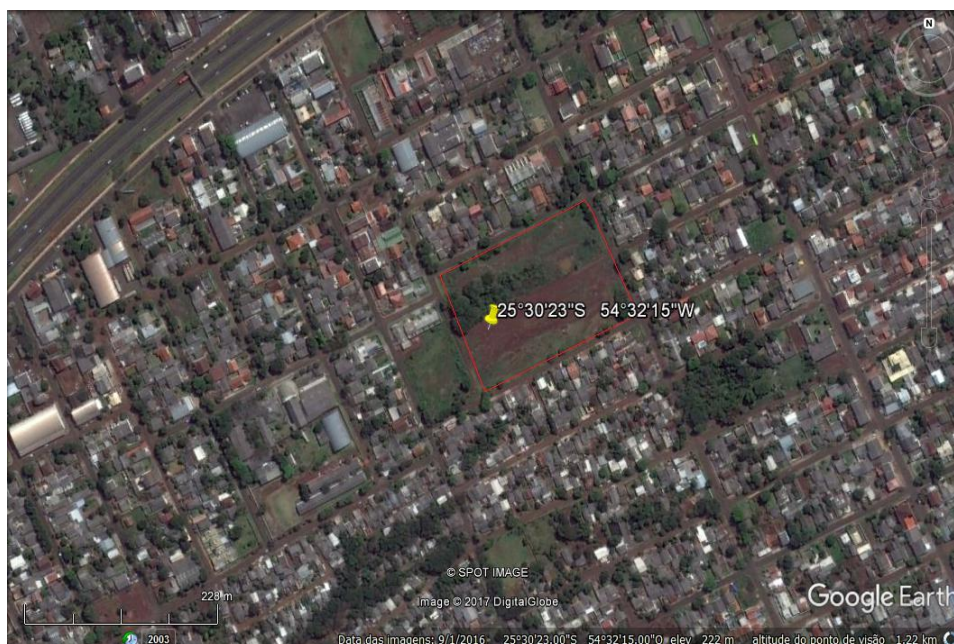
### 5.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados ocorreu pela interpretação do material obtido pelas filmagens realizado as margens do rio e o confronto com bibliografias existentes.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado, foram utilizadas, 12 fotos do Rio M'Boicy incluindo nascente, curso e foz do rio. Sendo que uma dessas fotos foi obtida por meio por meio do Google Earth e as demais fotos com o uso do Drone.

**Figura 03:** Imagem de Satélite da nascente do rio M'Boicy



**Fonte:** GoogleEath, 2017

Com base na imagem de satélite de 2017, é possível perceber o local da nascente do Rio M'Boicy, localizado no bairro Portal da Foz, zona leste da cidade de Foz do Iguaçu, além disso, nota-se que ainda existe uma leve cobertura de mata ciliar do seu entorno e algumas ocupações irregulares, decorrente do processo de urbanização que ocorreu na cidade de Foz do Iguaçu-PR.

Na figura 05 é possível perceber que a mata no entorno da nascente ainda está em seu estado natural. Apesar de ser uma mata bem fechada, é notório que o aspecto da água é bem limpa e sem resíduos poluentes.

**Figura 04:** Foto Aérea da nascente do rio M'Boicy, no bairro Portal da Foz.



**Fonte:** Elaborada pelo autor

**Figura 05:** Nascente do rio M'Boicy – Portal da Foz



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Essa imagem foi obtida através do trabalho de campo realizado no dia 24 de Abril de 2017, com tudo, é possível afirmar que apesar de em alguns

pontos do rio ser “inacessíveis”, manter a mata originaria é de suma importância para preservação do meio ambiente.

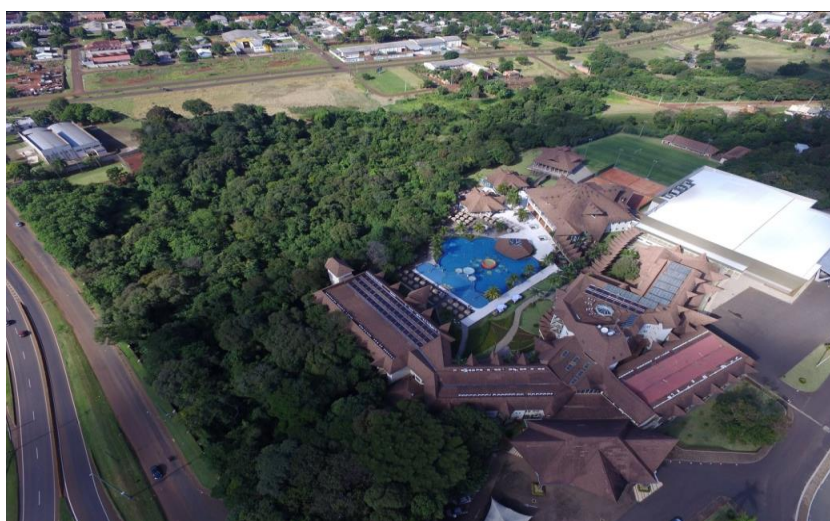
**Figura 06:** Zona de Confluência do Rio M'Boicy com Rio Poti



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Essa foto apresenta a zona de confluência do rio M'Boicy , dessa região nasce o rio Poti, que é um afluente do rio M'Boicy, ao fundo é possível notar o Hotel Recanto, o rio Poti esta a direita, e a esquerda o rio M'Boicy segue o seu fluxo em direção a sua foz.

**Figura 07:** Foto Aérea da zona de confluência do Rio M'Boicy com Rio Poti.



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Na figura 07 é possível observar o Hotel Recanto, próximo a APP do rio M'Boicy e de seu afluente, Rio Poti, que passa por de baixo da BR 277.

**Figura 08:** Zona de Confluência do rio M'Boicy com Rio Poti.



**Fonte:** Elaborada pelo autor

A Direita está localizado o rio Poti, afluente do rio M'Boicy, e a esquerda o rio M'Boicy segue seu fluxo em direção a sua foz.

**Figura 09:** Zona de Confluência dentro do Hotel Recanto



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Na Figura 09 é possível notar claramente a zona de confluência do rio M'boicy com rio Poti. O Rio M'Boicy a esquerda e da direita o seu afluente, rio Poti.

Lembrando que o conceito de confluência, se refere tanto ao ponto de junção de um afluente de um rio maior no caso o Rio M'Boicy, chamado de tronco principal, onde dois fluxos rio M'Boicy e Rio Poti se reúnem para tornar a nascente de um rio no caso, esse novo Rio seria o Rio Poti, que passa por de baixo da BR 277

**Figura 10:** Curso Médio do Rio M'Boicy - (Av.Rep.Arg)



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Essa imagem foi registrada no trabalho de campo realizado no dia 24 Abril de 2017, com tudo é possível notar que houve um forte processo de erosão na beira do rio, ocasionado principalmente pelo acumulo de chuvas e ocupação inapropriada nessa margem.

E segundo os moradores dessa região, em dias de chuva o rio transborda e atinge algumas casas, próximo a esse local existe também o estádio ABC de futebol clube localizado no bairro, Vila Bom Jesus em Foz do Iguaçu.

**Figura 11:** Curso médio do rio, na região central de foz do Iguaçu, R. Ed.Barros com Av.Paraná, Bairro Boicy



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Nessa imagem do curso médio do rio M'Boicy, na região central de Foz do Iguaçu, é possível notar que foi feito um canal de desvio e que provavelmente o esgoto gerado nessa proximidade seja descartado nessa parte do rio, logo ao fundo percebemos a infraestrutura vertical de um condomínio de alto padrão.

A Figura 12 foi registrada no trabalho de campo realizado no dia 24 de Abril de 2017. Com tudo, é possível observar que nesse trecho do rio que a mata ciliar é bem presente, assim como as encostas do rio, que por final estão bem conservadas, o fluxo da água nesse trecho segue o fluxo corrente em direção a foz do rio, sem cargas de sedimentos ou entulhos.

Com base na Figura 13, é possível observar que mesmo havendo programas de desocupação próximo a áreas de preservação permanente, existem ainda famílias que vivem na encosta do rio, e é possível afirmar também que provavelmente os dejetos/ lixos são descartados de forma irregular no presente rio.

**Figura 12:** Curso Médio do Rio M'Boicy. R. Mato Grosso com Av. Felipe Wandscheer.



**Fonte:** Elaborada pelo autor

**Figura 13:** Rio M'Boicy - Região Central



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Com tudo, segundo o plano diretor da cidade do ano de 2006, as áreas de preservação permanentes (APP) não podem ser ocupadas, e que a prefeitura em conjunto com a defesa civil devem realocar essa população. Sendo essa uma das principais causas no processo de poluição desse rio, pois nessa imagem é possível ver que na margem direita e esquerda desse trecho do rio existe um aterramento de concreto sendo utilizado como canal de vala artificial para o escoamento da água.

**Figura 14:** Ponto de Alagamento do Rio M'Boicy, Rua Ed. Barros, Centro de Foz do Iguaçu em 2015.



**Fonte:** PMFI, 2015

Segundo as informações divulgadas pela Defesa Civil, a causa dessa enchente foi o alto índice de chuvas no mês de novembro de 2015. Segundo a mesma, ao menos dez pessoas tiveram que ser resgatadas de casas que ficaram ilhadas pelos alagamentos. Ainda de acordo com a Somar (Empresa que atua no monitoramento das chuvas e desastres ambientais na região), o período de maior volume de chuva foi registrado entre as 4h e as 5h, com 45 milímetros, ou 30% da média para todo o período.

Em regiões de clima tropical a ocorrência de chuvas torrenciais aliada à presença de solos sem a proteção superficial natural removida, torna a

crosta superficial impermeável erodindo e/ou gerando problemas socioambientais com importantes repercussões sociais e econômicas. Entre esses problemas estão as enchentes, inundações e assoreamento de cursos d'água e reservatórios. Somam-se a esses problemas a ocupação e o uso do solo muitas vezes inapropriados. Logo, faz-se necessárias ações que harmonizem o clima, as precipitações, a cobertura do solo e a seu uso e ocupação (CARVALHO et al, 2014).

Com tudo, é comum em épocas de chuva a região do bairro do M'Boicy. Região central de Foz do Iguaçu, ocorrerem notícias a respeito de enchentes e alagamentos, como foi mostrado nessa fotografia. O Rio inundou a garagem de um hotel, o estacionamento de um supermercado(MUFFATO BOICY) e um condomínio residencial, aquele mostrado na figura 05.

**Figura 15:** Ponto de Alagamento do Rio M'Boicy, Rua Ed. Barros, Centro de Foz do Iguaçu, 2017



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Com base na imagem anterior, onde ocorreu um dos maiores alagamentos da história da cidade, no dia 24 de Abril de 2017, realizei um campo no mesmo local onde a 2 anos atrás estava tudo de baixo de água, e o que foi possível observar é que continua tudo do mesmo jeito e que apesar de muitas pessoas perderem suas casas, objetos e o transtorno causado pela chuva nada mudou, a

região continua ainda com o mesmo canal de desvio e por sinal, aberto, e com pessoas morando a menos de 10 metros de onde corre o rio.

A população deve estar atenta para o uso indiscriminado das APP. O principal meio para atingir esse objetivo se dá pelo controle obrigatório exercido pelo cumprimento das normas jurídicas. Daí a preocupação em definir, analisar e interpretar, em sua essência, o que elas têm de mais importante a ser cumprido, sem causar males à sociedade e atendendo ao princípio da proteção do meio ambiente, "espírito" pelo qual as normas ambientais são criadas (BORGES et al, 2011).

**Figura 16:** Foto Aérea da Foz do Rio M'Boicy com Rio Paraná



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Por ultimo, essa imagem registrada através do uso do drone Phantom 4, no ultimo dia de trabalho campo. Com tudo, é possível notar que existem algumas ocupações próximas a foz do rio, e que o fluxo de agua, encachoeirado, corre em direção ao rio Paraná. É uma Região que ainda existem partes significativas da mata ciliar.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho foi de suma importância para entender que, o processo da degradação da paisagem natural do rio M'Boicy foi ocasionado principalmente pelo forte processo de urbanização que a cidade de Foz do Iguaçu vem passando nos últimos 30 anos. Além disso, foi possível observar que, na cabeceira do rio, ainda existe uma forte ocupação irregular e que em períodos de chuvas, essa área é uma das que mais sofre com o processo de alagamento, pois o rio não consegue escoar toda aquela água vinda das chuvas, invadindo assim casas, ruas e hotéis.

Outro fator que foi possível observar no decorrer dessa pesquisa foi que a cobertura natural da vegetação no entorno do rio, está em grande parte desmatada e que, esse desmatamento ocasionou os processos erosivos do solo, entupimento das galerias e canais e sobretudo o transporte de sedimentos inutilizáveis como por exemplo os lixos domésticos. Vale lembrar que, manter a cobertura vegetal nativa das encostas dos rios urbanos pode reduzir a quantidade do volume de água que chega ao solo durante as chuvas, minimizando assim as famosas enchentes.

Cabe destacar também que, o uso das novas geotecnologias, como o uso do VANT, pode ser a peça chave para o planejamento ambiental e social na identificação de problemas, não só ambientais ou sociais como também na tomada de decisão, para que no futuro próximo, problemas ocasionados pelo desenvolvimento urbano (como os observados durante a realização deste trabalho) possam ser evitados.

Lembrando que, o uso e o aprimoramento dos processos de monitoramento ambiental vêm se tornando cada vez mais presente nas diversas esferas da sociedade, seja no ramo da atividade econômica, agrícola ou territorial. Acompanhar as diversas alterações que o meio ambiente vem sofrendo é de suma importância além de compreender melhor essa relação dialética, entre o homem e o meio natural.

Além disso, cabe aos geógrafos, ambientalistas e pesquisadores sociais irem a campo, para comprovar tais malefícios, causados não só pelo homem ou pelas grandes empresas, como também, sugerir mudanças nas diversas esferas da

sociedade que, beneficiará todo um conjunto de atores, sobretudo a qualidade de vida das pessoas que vivem próximo as encostas dos rios e lagos.

Por fim, como sugestão para a melhoria do espaço natural no entorno da bacia hidrográfica do rio M'Boicy localizado na cidade de Foz do Iguaçu, segue as algumas orientações: a primeira é que a população solicite ao município o cumprimento das suas devidas atribuições legais com base no plano diretor municipal; para que os órgãos responsáveis fiscalizem a real situação socioeconômica das famílias que vivem próximo a essas áreas de preservação permanente; cobrar maiores investimentos do setor público no tratamento de esgoto e que os órgãos governamentais possam punir rigorosamente pessoas e empresas que poluem os rios e os lagos.

## REFERÊNCIAS

ASRAR, G. **Theory and applications of optical Remote Sensing**. John Willey & Sons, 1989, p. 335.

BRAGANÇA, C. F. et al. Estudos da Evolução da Cobertura Vegetal e Cicatrizes de Escorregamento no Município de Cubatão - São Paulo. In: Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal. Campos do Jordão. 22 - 23 out. 1987. **Anais. Campos do Jordão**. Instituto de Pesquisas Espaciais. 1987. p. 97 - 113.

BRASIL. **Importância das áreas de preservação permanente**. 2013. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/codigo-florestal/areas-de-preservacao-permanente/importancia-das-areas-de-preservacao-permanente.aspx>. Acesso em: 30/04/2017.

BORGES, L. A.C. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Cienc. Rural**. vol.41 no.7 Santa Maria July 2011.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CARVALHO, J. C. de; Et al. **Enchentes, Alagamentos e Inundações: Causas, Consequências e Soluções**. COBRAMSEG, 2014.

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; Luiz, G.C.; Gonçalves, T.D. (2012). **A infiltração no contexto do plano urbanístico e dos projetos paisagístico e arquitetônico**. Livro Tópicos sobre infiltração: teoria e prática aplicadas a solos tropicais. Cap. 2, p. 25-47

COELHO, D.; PITANGA, J. F. S. Evolução do uso e cobertura do solo da cidade do Rio de Janeiro - 1972 - 1980. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2., Brasília, DF. 10 - 14 maio, 1982. Anais. Brasília. v.3, p. 863 - 867.

DIEGUES, A.C. Desenvolvimento sustentado, gerenciamento geoambiental e de recursos naturais. **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, Ano 9 N.º 16 - p. 33-45 . jun. /1989.

EASTMAN, J.R. IDRISI for Windows: **Introdução e Exercícios tutoriais**. Editores da versão em português, Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS Centro de Recursos Idrisi, 1998. p.240.

ELLOVITH, M. da F.; VALERA, C. A. **Apontamentos sobre a Lei Federal 12.651/12 - Novo Código (anti) Florestal**. Grupo Nacional de Membros do Ministério Público. 2014. Disponível em: <http://www.gnmp.com.br/publicacao/233/apontamentos-sobre-a-lei-federal-12-651-12-novo-codigo-anti-florestal>. Acesso em: 20/04/2017.

FARIA, RR. COSTA, ME. **A Inserção Dos Veículos Aéreos Não Tripuláveis (Drones) Como Tecnologia De Monitoramento No Combate Ao Dano Ambiental.** Revista Ordem Pública E Defesa Social – v. 8, n. 1, jan./jul., 2015.

FARIAS, ANTÔNIO GIL AUGUSTO DE. **Caracterização Do Sistema De Drenagem Na Área De Influência Da Microbacia Do Arroio Monjolo, Foz Do Iguaçu/PR.** Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade Dinâmica das Cataratas – UDC, 2008.

FLORENZANO, Teresa G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de textos, 2002 p. 97.

FONTES, JC. POZZETTI, VC. **O Uso Dos Veículos Não Tripulados No Monitoramento Ambiental Na Amazônia.** Revista de Direito e Sustentabilidade. Curitiba. v 2. n.2. p149-164. Jul/Dez 2016.

FRANÇOSO, M. T.; FREITAS, M. A. R. R. ; MELLO, H. M. C. F. **Sensoriamento Remoto como fonte de dados para sistemas de informação geográfica aplicados ao transporte e urbanismo.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba, PR, 10 - 14 maio, 1993. Anais. Curitiba. V.1, p. 62 - 67.

FRANCISCHETT, M.N. 2014. **A cartografia no ensino-aprendizagem da geografia.** Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação. Disponível em: <http://bocc.ubi.pt/pag/francischett-mafalda--representacoes-cartografi-cas.pdf>. Acesso em: 05/04/2017.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento Remoto.** São Paulo, Editora Nobel, 1982, p. 357.

GOVERNO FEDERAL. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados.** 2017. Disponível em: [www.sectordialogues.org](http://www.sectordialogues.org). Acesso em: 30/04/2017.

HAHN, CT. **Produção E Consumo Do Espaço Urbano Em Foz Do Iguaçu-** Pr <http://repositorio.cbc.ufms.br:8080/jspui/bitstream/123456789/983/1/Clari%20Terezinha%20Hahn.pdf>. 2006.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Paraná. Foz do Iguaçu: infográficos: dados gerais do município.** 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=410830>. Acesso em: 11/04/2017.

LIMA, DF. Et al. **A UTILIZAÇÃO DE VANT (DRONE) PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA DE INTERESSE SOCIAL.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2016. Rafain Palace Hotel & Convention Center- Foz do Iguaçu - PR 29 de agosto a 1 de setembro de 2016.

LOCH, C. **A interpretação de Imagens Aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis, UFSC, 2ª ed. Série Didática, 1989. p.102.

LOCKS, VR; LANG, SA; HARTMANN, VM. **Projeto Caminho Das Águas Do Rio M'boicy Em Foz Do Iguaçu**. Universidade Federal Da Integração Latino-Americana, 2016.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 15. ed. São Paulo: Malheiros, 2007, p. 735.

MENDES, C. A. B. **Planejamento Nacional de Recursos Hídricos Baseado no uso de Técnicas de Geoprocessamento**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. 2000.

MILESKI, André M. **Uma história de alta tecnologia**. Revista Tecnologia e Defesa, [S.I.] ano 20, n. 92, p. 42-61, 2007.

MINISTERIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁTICA. Sistemas De Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. **Tráfego aéreo**. 2015. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/static/uploads/2015/12/Instrucao-do-Comando-da-Aeronautica-ICA-100-40.pdf>. Acesso em: 20/05/2017.

NOVO, EVELYN M.L. DE M. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 2º ed. São Paulo: EdgardBlücher, 1995 p. 380.

PEREIRA, R. S. **Sistema de tratamento de imagens multiespectrais digitais**. Curitiba: UFPR, 1995. 267 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1995.

PMFI.PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. **Defesa Civil**. 2015 Disponível em: [www.pmfi.gov.br](http://www.pmfi.gov.br). Acesso em 02/04/2017.

PMFI. PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. **Dados sócio econômicos de Foz do Iguaçu 2010**. 2010. Disponível em: [www.pmfi.gov.br](http://www.pmfi.gov.br). Acesso em 02/04/2017.

PMFI. PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. Plano Diretor Municipal. 2016. Disponível em: <http://www.pmfi.pr.gov.br/Portal/VisualizaObj.aspx?IDObj=7999>. Acesso em: 10/03/2017.

ROSA, F. S. A fotografia aérea como instrumento de planejamento municipal e regional - a área metropolitana de São Paulo - SP. In: **Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal**. Campos do Jordão, 1987. p. 263 - 279.

SANTILLI, J. F. da R. **A Política Nacional De Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) E Sua Implementação No Distrito Federal**. Rev. Fund. Esc. Super. Minist. Público Dist. Fed. Territ., Brasília, Ano 9, V. 17, p. 144 – 179, jan./jun. 2001.

SILVA, ETJB. **Veículos aéreos não tripulados: panorama atual e perspectivas para o monitoramento de atividades ilícitas na Amazônia.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. 2013.

SILVA, J. X. DA; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368p.

STEFFEN, A. C., Moraes, E. C., Gama, F. F. **Radiometria óptica espectral.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VIII. Salvador, 14-19. Abr., 1996. Tutorial São José dos Campos. INPE, 1996.

SWAIN, P. H. ; DAVIS, S. M. **Remote Sensing: The Quantitative Approach.** McGraw - Hill, 1978. p.396.