



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE  
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E  
TERRITÓRIO – ILATIT**

**GEOGRAFIA - BACHARELADO**

**GEODIVERSIDADE E CURSOS D'ÁGUA DAS TERRAS DE M'BOI  
MAPEAMENTO COM VANT DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY**

**DANIEL DANTAS DUARTE**

Foz do Iguaçu

2019



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE  
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E  
TERRITÓRIO – ILATIT**

**GEOGRAFIA - BACHARELADO**

**GEODIVERSIDADE E CURSOS D'ÁGUA DAS TERRAS DE M'BOI  
MAPEAMENTO COM VANT DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY**

**DANIEL DANTAS DUARTE**

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.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Clarissa Stefanello

DANIEL DANTAS DUARTE

**GEODIVERSIDADE E CURSOS D'ÁGUA DAS TERRAS DE M'BOI**  
MAPEAMENTO COM VANT DA CABECEIRA NORTE 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.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Clarissa Stefanello  
UNILA

---

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Diego Moraes Flores  
(Sigla da Instituição)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Naomi Anauê Burda  
(Sigla da Instituição)

Foz do Iguaçu, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Tipo de Documento	
(.....) graduação	(.....) artigo
(.....) especialização	(.....) trabalho de conclusão de curso
(.....) mestrado	(.....) monografia
(.....) doutorado	(.....) dissertação
	(.....) tese
	(.....) CD/DVD – obras audiovisuais
	(.....) _____

Título do trabalho acadêmico: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nome do orientador(a): \_\_\_\_\_

Data da Defesa: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública [Creative Commons Licença 3.0 Unported](#).

Foz do Iguaçu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

**Assinatura do Responsável**

## AGRADECIMENTO

A minha professora orientadora Ana Clarissa Stefanello por despertar em mim o gosto pela pesquisa científica;

Agradeço aos meus pais pelo apoio que vem sendo me dado durante esse longo tempo na universidade;

A Profª Drª Marcia Aparecida Procópio da Silva Scheer pelas orientações prestadas;

Ao Profº Drº José mauro Palhares por sua atenção e acompanhamento em campo;

A Walter Dysarsz, por ter me apresentado o *drone* e me ajudar a desenvolver um lindo projeto de registro da paisagem da nossa região nessa segunda década do século 21;

E a Thyago Thomazoni por também fazer parte dessa empreitada e me ajudar na realização de grandes registros.

DANIEL DANTAS DUARTE. **GEODIVERSIDADE E CURSOS D'ÁGUA DAS TERRAS DE M'BOI**, MAPEAMENTO COM VANT DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY. 2019. 74 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia - Bacharelado – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

## RESUMO

O rio M'boicy está localizado no município de Foz do Iguaçu, Estado do Paraná. Grande parte da malha urbana de do município de Foz está inserida nessa bacia hidrográfica, onde constata-se ocupações irregulares próximas às margens desse rio, sobretudo, na área de nascentes que compreende a cabeceira norte, local onde foi constatado partir o curso d'água principal. Buscando entender a situação das matas ciliares e ocupações irregulares, foi feito o mapeamento dessa cabeceira utilizando VANT, obtendo-se dados cartográficos de alta resolução espacial. Esses dados foram tratados em ambiente SIG, utilizando os softwares Photoscan e Quantum Gis (Qgis). Como resultados obteve-se materiais cartográficos em escalas grandes, os quais poderão ser utilizados como base em estudos socioambientais, planejamentos territoriais e na tomada de decisão do poder público. O uso de VANT no levantamento de dados geográficos mostrou-se bastante eficaz e de rápida aplicabilidade.

**Palavras-chave:** Rio M'Boicy, Aerolevanteamento por VANT, Geodiversidade-Geoturismo-Geoconservação, Ocupação irregular de mananciais.

Duarte, Daniel Dantas. **GEODIVERSIDADE E CURSOS D'ÁGUA DAS TERRAS DE M'BOI**, MAPEAMENTO COM VANT DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY. 2019. 74 páginas. Trabajo de Conclusión de Curso DE Geografía - Bacharelado - Universidad Federal de la Integración Latinoamericana, Foz do Iguaçu, 2019.

## RESUMEN

El río M'boicy está ubicado en el municipio de Foz do Iguaçu, Estado de Paraná. Gran parte de la red urbana de la boca se inserta en esta cuenca, donde se observan ocupaciones irregulares cerca de las orillas de este río, especialmente en el área de manantiales que incluye la cabecera norte, donde se verificó que abandonaba el curso de agua principal. Con el objetivo de comprender la situación de los bosques ribereños y las ocupaciones irregulares, el mapeo de este promontorio se realizó mediante VANT, obteniendo datos cartográficos de alta resolución espacial. Estos datos se trataron en un entorno GIS, utilizando el software Photoscan y Qgis. Los resultados obtenidos fueron materiales cartográficos a gran escala, que podrían utilizarse como base para los estudios socioambientales, la planificación territorial y la toma de decisiones por parte de las autoridades públicas. El uso de VANT en la encuesta de datos geográficos fue muy efectivo y rápido de aplicar.

**Palabras clave:** Río M'Boicy, topografía aérea por UAV, Geodiversidad-Geoturismo-Geoconservación, ocupación irregular de los manantiales.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Bloco-diagrama dos compartimentos de relevo no Estado do Paraná ...	25
<b>Figura 2</b> – Bairros inseridos na sub-bacia do rio M'Boicy.....	30
<b>Figura 3</b> – Fluxograma de pesquisa.....	36
<b>Figura 4</b> – Esquema de obtenção de dados por meio de VANT.....	38
<b>Figura 5</b> – Plano de voo 1.....	39
<b>Figura 6</b> – Plano de voo 2.....	39
<b>Figura 7</b> – Plano de voo 3.....	40
<b>Figura 8</b> – Ortomosaico.....	42
<b>Figura 9</b> – Ocupação das áreas de nascente na imagem de V	
<b>Figura 10</b> – Ocupação em área de nascentes em 2003.....	44
<b>Figura 11</b> – Diferença entre áreas da bacia do rio M'Boicy.....	45
<b>Figura 12</b> – Divisores topográficos que delimitam a bacia do rio M'Boicy.....	46
<b>Figura 13</b> – Área imediata de nascentes norte da cabeceira leste.....	48
<b>Figura 14</b> – Área imediata de nascentes da cabeceira leste. Fotografia feita com VANT.....	49
<b>Figura 15</b> – Canalização de trecho do rio M'Boicy próximo ao supermercado Muffato Boicy.....	51
<b>Figura 16</b> – Pórtico do Recanto Triângulo Mineiro, na rua Guariba.....	56
<b>Figura 17</b> – Vista das áreas de nascente no interior de propriedades.....	56
<b>Figura 18</b> – Cachoeira do rio Monjolo, Centro de Foz do Iguaçu.....	60
<b>Figura 19</b> – Cachoeira do rio Carimã, bairro Carimã, Foz do Iguaçu.....	61



## LISTA DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografia 1</b> – Cataratas do Iguaçu por visada em-Nadir.....	23
<b>Fotografia 2</b> – Discentes do curso de Geografia da UNILA em companhia da docente Ana Clarissa Stefanello e do professor João José Bigarella em trabalho de campo, Curitiba, 2015.....	34
<b>Fotografia 3</b> – Início da canalização do afluente do rio M'Boicy na rua Martim-Pescador.....	50
<b>Fotografia 4</b> – Foz do rio M'Boicy, próximo a região central de Foz do Iguaçu.....	52
<b>Fotografia 5</b> – Canal principal do rio M'boicy a partir da avenida Araucária.....	53
<b>Fotografia 6</b> – Nascente na rua Engenho Novo.....	55
<b>Fotografia 7</b> – Salto do rio Acaray. Ciudad del Este, Paraguai.....	61
<b>Fotografia 8</b> – Salto Monday em Presidente Franco, Paraguai.....	62
<b>Fotografia 9</b> – Aproveitamento turístico e realização de rapel na cachoeira.....	61
“da Helisul”, em Foz do Iguaçu.....	63

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Série histórica da população de Foz do Iguaçu.....	27
<b>Quadro 2</b> - Coletas no rio M'Boicy.....	31
<b>Quadro 3</b> - Classificação de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000.....	31
<b>Quadro 4</b> - Pontos GPS 6 de maio de 2017.....	46

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1</b> – Sub-bacia do rio M'Boicy.....	29
<b>Mapa 2</b> – <i>Buffer</i> para a Área de Proteção Permanente na cabeceiranorte do rio M'Boicy.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VANT      Veículo Aéreo Não Tripulado

GNSS	<i>Global Position System</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
QGIS	Quantum GIS ( <i>Geographical Information System</i> )
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
MDT	Modelo Digital de Terreno
RTK	<i>Real-time Kinematic</i>

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 A LENDA DAS CATARATAS NO CONTEXTO DA GEODIVERSIDADE .....	20
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	25
3.1.1. A sub-bacia hidrográfica do rio M'Boicy .....	28
3.2 ETAPAS DE PESQUISA.....	34
3.2.1. VANT na captação de dados da superfície terrestre.....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>42</b>
4.1 CONSTATAÇÕES E RESULTADOS A PARTIR DE TRABALHOS DE CAMPO REALIZADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO M'BOICY.....	47
4.1.1 Cabeceira leste.....	47
4.1.2 Cabeceira norte.....	52
4.2 IDENTIFICAÇÃO DE GEOFORMAS NA TRÍPLICE FRONTEIRA.....	59
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>72</b>
<b>Apêndice A</b> – Aerolevanteamento da cabeceira norte do rio m'boicy.....	72
<b>Apêndice B</b> – Mapa da cabeceira leste do rio M'Boicy.....	73
<b>Apêndice C</b> – Mapa da cabeceira norte do rio M'Boicy.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

Antes da conformação das cidades da tríplice fronteira, viviam aqui índios Caingangue, que acreditavam serem as Cataratas do Iguaçu obra do grande deus serpente M'Boi, que em seu momento de fúria e vingança abriu a grande fenda conhecida como "Garganta do diabo". Tinham com a natureza circundante uma relação de respeito e adoração.

O rio Iguaçu, após cair pelas Cataratas encontra sua foz no rio Paraná, local que dá nome a uma das principais cidades da tríplice fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai: Foz do Iguaçu. A rápida expansão de sua malha urbana resultou em problemas de ordem ambiental como a poluição das águas dos rios que a cidade cruza<sup>1</sup>, impactando na qualidade desse importante recurso muito abundante nas terras de M'Boi.

Sabe-se que a quantidade de água existente no planeta não mudou desde a pré-história, mas a qualidade tem sofrido modificações por motivos como o crescimento populacional e a urbanização; a poluição causada principalmente pelo esgoto doméstico e industrial; a destruição das florestas e o aquecimento global; as barragens e o uso para irrigação. A combinação desses fatores, aliado ao conhecimento de que somente 2,5% da água é doce e que nem mesmo essa quantidade está totalmente disponível para o consumo humano, constitui o fundamento para que as expressões "crise da água" ou "escassez de água" sejam recorrentes tanto na imprensa como nos relatórios de organizações internacionais (Brzezinski, 2009).

A partir dessa consideração fica evidente que deve-se zelar pela manutenção da qualidade das águas, sendo essa uma tarefa tanto do poder público por meio de políticas públicas para a manutenção e preservação dos mananciais e da fiscalização, quanto das nossas ações cotidianas como por exemplo, descartar lixo em local correto.

A pesquisa apresentada no presente Trabalho de Conclusão de Curso buscou estudar a sub-bacia hidrográfica do rio M'Boicy, onde se insere grande parte da malha urbana de Foz do Iguaçu. O curso d'água principal tem seu conjunto de nascentes nas proximidades da BR 277, área compreendida como cabeceira norte, e após 10,8 km alcança o exutório no rio Paraná. Realizou-se o mapeamento com VANT da cabeceira norte, onde constata-se a ocupação irregular no entorno das nascentes, a poluição dos

---

<sup>1</sup> Entende-se que os rios, geofomas esculpidas no decorrer do tempo geológico, precedem a conformação da malha urbana, que no caso de Foz do Iguaçu tem apenas 130 anos.

olhos d'água por descarte de resíduos sólidos, e nos cursos d'água, além de resíduos sólidos, a poluição por esgoto doméstico sem tratamento.

Como subsídios para a presente pesquisa, utilizou-se dos resultados da pesquisa de Iniciação Científica realizada em 2015, que buscou identificar a situação de cachoeiras no município de Foz do Iguaçu, constatando-se a poluição hídrica dessas áreas e, o conhecimento e usos dessas cachoeiras por parte da população local (Dantas Duarte, 2015); e da pesquisa de Iniciação Científica realizada em 2019, procedendo-se com o mapeamento da cabeceira norte e outros levantamentos. Utilizou-se também dos resultados das monitorias prestadas para as disciplinas de Técnicas de Trabalho de Campo e Dinâmica do Relevo e usos do Território, realizadas nos anos de 2017 e 2018, ressaltando-se a importância de programas de pesquisa, monitoria acadêmica e das bolsas concedidas para construção do rigor metodológico e científico na carreira universitária.

Buscou-se entender o contexto geomorfológico de formação de cachoeiras na região trinacional, observando-se essa relação com o substrato rochoso de basalto, que remete a eventos geológicos extremos ocorridos há aproximadamente 150 a 120 milhões de anos: o vulcanismo fissural que deu origem ao Grupo Serra Geral<sup>2</sup>.

Sabendo-se da formação das cachoeiras e da dinâmica geomorfológica que torna essa região quase única, viu-se nos conceitos do trinômio Geoturismo-Geodiversidade-Geoconservação outros potenciais que por meio da educação e interpretação ambiental poderiam ser um primeiro passo para que a população local conheça e se integre de melhor forma ao meio em que vive, ajudando em sua preservação.

Baseando-se por análises químicas de rios e córregos do município, cujos dados foram obtidos a partir de consulta bibliográfica, constatou-se que em apenas um rio da zona urbana os índices de balneabilidade estão dentro de parâmetros aceitáveis: o Tamanduá, de onde se capta cerca de 35% da água que abastece o município (Foz do Iguaçu, 2016).

Sabe-se que a degradação ambiental é, por definição, um problema social (Blaikie e Brookfield 1987 *apud* Guerra et al, 2012), e por isso, neste trabalho adota-se o termo degradação sócioambiental. Logo, adotou-se o trabalho de campo para a realização de levantamentos e coletas de dados, buscando investigar a origem do

---

<sup>2</sup> Na nomenclatura litoestratigráfica, a palavra Grupo define a unidade formal de categoria imediatamente superior à formação. O grupo deve ser formado por duas ou mais formações. As formações que compõem um grupo não necessitam de ser as mesmas em toda a sua área de ocorrência (SIGEP, 2019).

problema e propor soluções para a resolução dos mesmos.

Desde as barrancas do rio Paraná, do qual o rio M'Boicy é tributário, conheceu-se em seu traçado diversas situações que contribuem para sua degradação, dentre elas, a retificação de parte do canal na região central com galerias subterrâneas, ocupação da região de várzea por construções de diversos portes como supermercado, condomínios e residências; descaracterização das matas ciliares e ocupação das margens em diversos trechos, e, na área de estudos onde se aplica a presente pesquisa, a ocupação irregular conhecida popularmente como Vila Brás, localizada no Jardim Canadá (Bairro Lancaster).

Como resultado do aerolevanteamento, obteve-se um modelo tridimensional baseado em nuvem de pontos e outros produtos cartográficos como a fotogrametria de alta resolução, que por meio de técnicas de geoprocessamento possibilitou a observação da área de nascentes indevidamente ocupadas. Para entender o contexto da urbanização nas bacias hidrográficas do município de Foz do Iguaçu que estão à jusante da usina de Itaipu, iniciou-se o mapeamento das bacias hidrográficas municipais e inter-municipais, tendo em vista que alguns rios que estão no território do município de Foz do Iguaçu nascem nos municípios vizinhos como Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu.

Essa pesquisa não se restringe apenas ao Trabalho de Conclusão de Curso, tendo em seu decorrer apresentado alguns resultados que foram divulgados em caráter cultural, como os documentários "Jusante – O caminho das águas", de 2017; e "Um voo sobre Foz", de 2019<sup>3</sup>, dirigidos por este discente.

Na perspectiva da preservação de corpos hídricos, pretende-se que os resultados apresentados no presente trabalho sirvam de arcabouço para ações do poder público que se refiram à moradia e ao planejamento urbano, e que também sirvam de subsídio para a educação ambiental, e para a recuperação de áreas degradadas ao longo dos rios da tríplice fronteira e em outras cidades latinoamericanas que compartilham do mesmo problema, resultado de uma urbanização acelerada e desorganizada.

Dessa forma, o presente TCC se estrutura em 5 capítulos, onde além da introdução, no capítulo 2 é apresentada a revisão de literatura; no capítulo 3, os procedimentos metodológicos que permitiram a análise da situação do rio M'boicy; no capítulo 4 os resultados e discussões, e por fim, no capítulo 5, as conclusões.

---

3 Os referidos documentários podem ser acessados nos seguintes links: Jusante - O caminho das águas: <[https://www.youtube.com/watch?v=9V\\_UjAcVUNo&t=344s](https://www.youtube.com/watch?v=9V_UjAcVUNo&t=344s)> ; Um voo sobre Foz: <<https://www.youtube.com/watch?v=gj1Z9ToBHbk>>



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A Terra é um sistema gigantesco que consiste em um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia e funcionando como uma unidade (Drew, 1998).

No estudo geomorfológico, o sistema não se dá de forma isolada, mas está inserido num conjunto maior chamado universo, que consiste no conjunto de todos os fenômenos e eventos dinâmicos que refletem no sistema focalizado, não havendo encadeamento linear entre sistema antecedente e subsequente, mas o que o autor chama de retroalimentação entre ambos (Christofolletti, 1980).

Ocorre então a circulação e a troca de matéria e energia sobre a estrutura. O autor explica esses elementos da seguinte forma: matéria: o meio físico e seus elementos físicos como a água em seus diversos estados num sistema hidrológico; energia: As forças que fazem o sistema funcionar – potencial = força inicial que leva ao funcionamento, como a gravidade; cinética = força do movimento (dos materiais) que se alia à potencial. Verifica-se através dessa força a troca de energia entre um sistema e outro; energia total: Soma entre a energia potencial e cinética.

Para Tricart (1977), um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia que originam relações de dependência mútuas entre os fenômenos. Assim, o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes.

Esses fenômenos, quando analisados separadamente, podem ser entendidos eles mesmos, como um sistema, sendo assim, subsistema, pois uma das propriedades que o difere dos outros componentes do sistema é ter dinâmica própria, específica de um sistema. Dessa forma esse autor ressalta que o conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente (1977, p.19).

A noção de equilíbrio em Geomorfologia leva em consideração os materiais, os processos e a geometria do modelado, que compõem um conjunto auto regulador onde toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos (Christofolletti, 1980). Segundo esse autor, a escala temporal representa o melhor critério para verificar a estabilidade ou instabilidade do sistema.

Em uma bacia hidrográfica, a interação entre os fenômenos abordados nesse TCC, as condições climáticas, litológicas, biogeográficas e outras vão

condicionar a estruturação da rede de drenagem e de formas de relevo. Dessa forma, a bacia hidrográfica é um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. (Tucci, 2001).

A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies, vertentes e uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. Dessa forma, representa um sistema aberto, que se mantém estabilizado na medida em que as forças atuantes no meio passam a ser absorvidas pela flexibilidade em sua estrutura, e quando a força ultrapassa a flexibilidade, ocorre um reajuste em busca de um novo estado de equilíbrio, que corresponde a um tempo de readaptação (Tucci, 2001).

No desenvolvimento da drenagem urbana os impactos são transferidos de montante para jusante sem nenhum controle de suas fontes (TUCCI, 1998). No escoamento desse processo se concentram os resultados da falta de planejamento e preservação de áreas essenciais ao equilíbrio dos sistemas hidrológicos, como as nascentes e a cobertura vegetal nativa no entorno destas e às margens dos corpos hídricos.

É sobre o território definido como bacia hidrográfica que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que no seu exutório, estão representados todos os processos que fazem parte de seu sistema. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem (Porto e Porto, 2008).

Mudanças ocorridas no interior das bacias de drenagem podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos anos, o homem tem participado como um agente acelerador dos processos modificadores e desequilíbrios da paisagem (Guerra et.al, 2012).

Nos espaços urbanos devem ser considerados os planos diretores e as leis municipais de uso e ocupação do solo, os quais precisam estar em conformidade com as restrições legais. Entretanto, na prática, em muitos casos, não há fiscalização nem controle sobre a ocupação dessas áreas.

Em relação a legislação, Porto e Porto (2008) assinalam que a Lei 9433/97, deu ao Brasil uma nova política de recursos hídricos e organizou o sistema de

gestão, que concretizou a gestão por bacias hidrográficas. Essa lei institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e que junto a um conjunto de medidas que visam a manutenção e a preservação dos recursos hídricos em território nacional, e em seu Capítulo 1, Art 1º, Inciso V define:

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

A legislação brasileira estabelece que as nascentes sejam preservadas, preferencialmente com vegetação nativa. De acordo com a lei 15.651/2012, as Áreas de Preservação Permanente – APPs devem ser mantidas com um raio de 50 metros em torno das nascentes, ainda que estas sejam intermitentes e, às margens dos cursos d'água, dependendo de sua largura, entre 30 e 500 metros, a partir do leito maior.

Porto e Porto (2008) apontam também que a questão de escala relacionado a delimitação da bacia hidrográfica depende do problema a ser solucionado. Pode-se delimitar a bacia hidrográfica desde suas cabeceiras até o exutório, ou delimitar suas sub-bacias, que serão maiores ou menores dependendo do problema a ser enfrentado, ou da área de atuação das políticas destinadas a essa resolução.

Para o melhor entendimento da compartimentação das bacias hidrográficas no contexto desse TCC, adotou-se a definição de Torres *et al* (2012), que em relação à nomenclatura, explica que a diferenciação entre os termos é feita segundo o grau de hierarquização, de modo que a bacia hidrográfica se refere à área de drenagem do rio principal; a sub-bacia abrange a área de drenagem de um tributário do rio principal e a microbacia abrange a área de drenagem de um tributário de um tributário do rio principal. O termo minibacia se refere a uma divisão da microbacia. Sabe-se que há críticas em relação ao termo microbacia, pois este traz consigo uma ideia de tamanho e dimensão imprecisa.

Em Foz do Iguaçu há o interflúvio<sup>4</sup> entre duas grandes bacias hidrográficas: Bacia do Paraná 3 (BP3) e Bacia do Baixo Iguaçu. A bacia hidrográfica do rio M'Boicy é uma sub-bacia do rio Paraná, e a cabeceira norte é compreendida como

---

4 De acordo com Guerra (1993) o termo interflúvio refere-se a pequenas ondulações que separam os vales, cujas vertentes são, na maioria dos casos, de forma convexa, constituindo pequenas colinas.

uma microbacia onde encontram-se os olhos d'água e conjuntos de nascentes.

Dentre os principais rios em território municipal, destacam-se os rios Almada, Monjolo e M'Boicy, pertencentes a Bacia do Paraná 3, e os rios Carimã, Tamanduá e São João, pertencentes a Bacia do baixo Iguaçu. No território de Foz do Iguaçu existem algumas bacias intermunicipais como a do rio São João e a do rio Tamanduá, que nascem em Santa Terezinha de Itaipu, sendo essa última responsável por 35% do abastecimento público de água para a população de Foz do Iguaçu (Foz do Iguaçu, 2016).

Em seu trabalho como agente de modelação do relevo, os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Sua importância é capital entre todos os processos morfogenéticos (Christofolletti, 1980). O autor explica que os rios funcionam como canais de escoamento, sendo que o escoamento fluvial faz parte integrante do sistema hidrológico e sua alimentação se processa através das águas superficiais e subterrâneas. Esse escoamento compreende a quantidade total de água que alcança os cursos d'água, incluindo o escoamento pluvial que é imediato, e parcelas das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração. Assim, de acordo com a grandeza e o regime hídrico, a esculturação dos rios por meio da erosão fluvial resulta em diferentes geoformas, dentre elas, as Cataratas do Iguaçu.

De acordo com Pereira (2006), As geoformas são as formas da superfície terrestre, com dimensões que variam entre muitos quilômetros (por exemplo, montanhas ou cordilheiras montanhosas) e poucos milímetros (por exemplo, estalactites cársticas). Mamede (2001) ressalta que as geoformas podem ser concebidas como setores ou entidades do espaço, as quais possuem geometricidade própria.

## 2.1 A LENDA DAS CATARATAS NO CONTEXTO DA GEODIVERSIDADE

Em Foz do Iguaçu, é comum ouvirmos sobre Naipi e Tarobá quando se fala da lenda das Cataratas. Conta-se que Naipi era uma bela índia prometida ao deus M'Boi, que provia os índios de peixe. No dia em que seria sacrificada, a moça foi raptada por um guerreiro, que a levou em sua canoa descendo o rio Iguaçu. Furioso, M'Boi, em forma de serpente, entranhou-se na terra e contorceu seu corpo, formando a grande

queda d'água na qual despencou a canoa do casal. Naipi, a bela índia, foi condenada à condição de pedra, e assim ser açoitada pelas águas do rio. Tarobá, o valente guerreiro, tornou-se palmeira, condenado a flertar a sua amada sem poder tocá-la (Pimentel, 2010).

Essa lenda ilustra, de forma popular, o surgimento das Cataratas do Iguaçu, porém, sabe-se que sua formação é resultado de processos morfogenéticos exógenos e endógenos, causados pela erosão das águas do rio Iguaçu sobre os basaltos do Grupo Serra Geral.

Tal lenda nos remete ao conceito de Geodiversidade que, de uma forma geral, se refere à diversidade do meio abiótico, ou seja, do substrato terrestre que dá suporte à vida; e à sua diversidade, que inclui a totalidade dos minerais, dos afloramentos rochosos, e suas formas esculpturadas por processos diversos que por fim, são vistos na paisagem. Dessa forma, a Geodiversidade apresenta valores, dentre eles o cultural, originário da forte interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico circundante (Nascimento, 2008).

Nesse contexto, temos as Cataratas do Iguaçu, que são a imagem turística de Foz do Iguaçu, são uma expressão da Geodiversidade, junto a todas as cachoeiras e cânions presentes na paisagem da tríplice fronteira, os quais constituem geofomas que em sua grande parte, são derivadas da erosão retrocedente.

Sobre esse fenômeno, Maack afirma que todos os vales fluviais de ambas as margens do rio Paraná, que ainda não aprofundaram sua base até o nível do mesmo, finalizam em vale de suspensão, de onde se precipitam em cascatas e, de acordo com o volume de água desses rios, encontram-se seus vales suspensos com as cascatas ainda na parede do cânion ou algumas centenas de metros acima. (2012, p. 365). O autor também cita que apenas os grandes rios deslocaram os degraus das cachoeiras e saltos rio acima ao longo de diáclases<sup>5</sup> verticais, como os saltos do rio Monday, que retrocedeu 6,7 km e o rio Acaray, que retrocedeu 3,5 km para dentro do território paraguaio. Além desses, esse autor cita o rio São Francisco, localizado no município de Santa Helena, o qual retrocedeu 4,5 km a leste no território brasileiro, e atualmente encontra-se inundado pelo lago de Itaipu, assim como as Sete Quedas, pois localizam-se a montante da barragem de Itaipu.

Sobre o processo de erosão e a esculpturação do leito dos rios, Christofolletti (1980, p. 75) explica que:

---

5 De acordo com Guerra (1993), diáclase é uma fratura, junta ou fenda – aberturas microscópicas ou macroscópicas que aparecem no corpo de uma rocha, principalmente por causa de esforços tectônicos, tendo direções variadas.

As formas topográficas do leito constituem categoria ampla, abrangendo toda e qualquer irregularidade produzida no leito de um canal aluvial pela interação entre o fluxo de água e a movimentação de sedimentos. Nos canais fluviais, a rugosidade do material detrítico componente do leito e das margens e a configuração topográfica do leito oferecem resistência ao fluxo. A dinâmica do fluxo, os mecanismos de transporte e os processos morfogenéticos atuantes no curso de água só agem quando possuem forças suficientes para ultrapassar essa resistência. Devido à intensidade do material detrítico, há facilidade para a movimentação dos sedimentos e para a esculturação de formas topográficas. Nesta perspectiva, a topografia do leito surge como de natureza deformável e de rápida mutabilidade.

O rio Iguaçu, com seu grande volume e expressão, entalhou seu cânion 21 km a leste, entre Brasil e Argentina, e seu estágio atual de erosão encontra-se nas Cataratas do Iguaçu. Este desnível entre os leitos dos rios Paraná e Iguaçu é devido a maior força erosiva do rio Paraná, que entalhou seu canal mais profundamente que seus afluentes, dando origem a uma queda na foz de cada um. A percepção humana não consegue observar a velocidade da erosão regressiva dos saltos (uma média entre 1,4 a 2,1 cm/ano para as Cataratas do rio Iguaçu), porém sua marca está ilustrada pelo grande cânion do rio Iguaçu, desde a sua foz até as Cataratas. A partir do pé da Garganta do Diabo, o rio Iguaçu corre num cânion estreito de 80 a 90 m de largura e altura média de 70 m até a sua foz, no rio Paraná (ITCG, 2019). Na fotografia a seguir é possível observar a dimensão do conjunto das quedas d'água que formam as Cataratas do Iguaçu e a grande fenda que vem sendo formada pela erosão retrocedente há cerca de 1 a 1,5 milhões de anos:

### Fotografia 1 – Cataratas do Iguaçu por visada em-Nadir



Fonte: O autor, 2018

A geodiversidade, assim como a biodiversidade, pode ser degradada pela ação antrópica, colocando em risco ecossistemas e afloramentos rochosos, causando danos irreversíveis ao patrimônio geológico. De acordo com Pereira *et al* (2004), o patrimônio geológico é constituído pelos locais e objetos geológicos que, pelo seu conteúdo devem ser valorizados e preservados, constituindo documentos que testemunham a história da Terra. O autor explica que esse patrimônio engloba vários tipos de geótopos, de acordo com as áreas científicas da Geologia, e este pode ser mineralógico, paleontológico, geomorfológico, etc.

É necessário então geoconservar, pois segundo Sharples (2002) citado por Nascimento (2008, p. 21):

[...] a Geoconservação visa a preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos.

Nesse sentido, a pesquisa de Iniciação Científica realizada na UNILA em 2017 foi o início da presente investigação. Nela buscou-se conhecer a situação e os usos

de cachoeiras em Foz do Iguaçu, realizando o reconhecimento visual dessas cachoeiras por meio de VANT, fotografias e coleta de pontos GNSS. Foram constatados locais que, uma vez dotados de painéis informativos e estruturas que facilitem seu acesso e sua preservação, são potenciais geossítios, ou sítios de geodiversidade.

De acordo com Pereira (2006), designações como *local de interesse geológico*, *geótopo*, *geossítio* ou *geomonumento* dizem respeito aos objetos do patrimônio geológico. Ainda, de acordo com Brilha (2005, citado por Pereira, 2006), define-se geossítio como a “ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultado da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro”.

Isso poderia ser um primeiro passo para a criação de um Geoparque na tríplice fronteira, e conseqüentemente, a promoção e a prática de um geoturismo mais consciente e que chegue a uma parcela maior da população. Tal potencial geoturístico está intrinsecamente ligado ao Grupo Serra Geral e aos processos morfogenéticos que conformaram a paisagem nessa província geológica, como ficará evidente no capítulo a seguir.



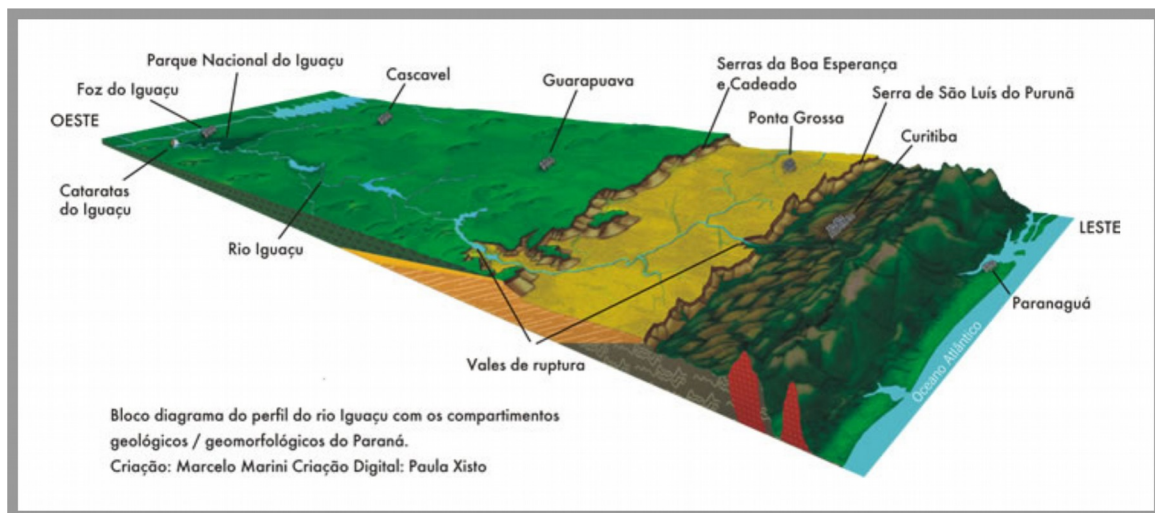
### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foz do Iguaçu é um município brasileiro situado no extremo oeste Estado do Paraná, tendo uma população de 256.088 habitantes de acordo com o censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE.

O ponto extremo da região Oeste do estado do Paraná é também a extremidade do terceiro planalto paranaense, que representa o plano de declive que forma a escarpa da Serra Geral do Paraná, sendo denominada Serra da Boa Esperança, ou Escarpa mesozóica, que exibe 1.250 metros na testa da escarpa a leste, declinando para 350 metros nas *Serras do Boi Preto e São Francisco*, de onde cai num degrau estrutural de lençóis de *trapp* até 350 metros, evidenciando na borda do *cânion* do rio Paraná, 197 metros (MAACK, 2012). A área do município de Foz do Iguaçu está localizada na borda ocidental do bloco sul do Terceiro Planalto, que está situado entre os rios Piquiri e Iguaçu.

**Figura 1** – Bloco-diagrama dos compartimentos de relevo no Estado do Paraná



Fonte: Mineropar, 2019

É no Terceiro Planalto Paranaense que se evidencia o Grupo Serra Geral, de idade eocretácea pré-aptiana, resultado de um dos mais volumosos extravasamentos intercontinentais de lavas do planeta. Está associado aos estágios precoces da ruptura de Gondwana e abertura do Oceano Atlântico Sul. Exposições das sequências podem ser

vistas no limite do Rio Grande do Sul com Santa Catarina, no Parque Nacional dos Aparados da Serra, e no Parque Nacional da Serra Geral, cujo nome foi emprestado à formação basáltica. Os derrames individuais estendem-se por vários quilômetros, sendo difícil determinar seus limites. Um poço da Petrobras em Presidente Epitácio (SP) atravessou 32 derrames, com espessura total de 1.529 m, sendo que a maior espessura até hoje conhecida em sondagem é a do consórcio Paulipetro em Cuiabá Paulista (SP), que ultrapassou 1.600 m de rochas basálticas. A atividade ígnea que deu origem aos derrames basálticos do Grupo Serra Geral afetou área mínima, hoje ainda preservada, cerca de 1.200.00km<sup>2</sup> no Brasil (MELFI et al. 1998), abrangendo a porção sul e parte das porções sudeste e centro-oeste do Brasil (LEINZ, 1949), além de atingir parcialmente os territórios do Uruguai, Paraguai e Argentina. (*in* petrobrás, 2012).

De acordo com a MINEROPAR (2006), a sub-unidade morfoescultural denominada Planalto de Foz do Iguaçu, situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação baixa e ocupa uma área de 1.701,52km<sup>2</sup>. A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 2.390,63km<sup>2</sup>. Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 420 metros com altitudes variando entre 120m (mínima) e 540m (máxima). As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas em rochas do Grupo Serra Geral.

É sobre esse relevo é que se constitui a cidade de Foz do Iguaçu, onde é possível constatar a ocupação irregular de áreas de nascentes em rios que se encontram na zona urbana.

Uma retrospectiva histórica sobre a Cidade de Foz do Iguaçu nos remete a 130 anos, quando em 1889 foi instalada a Colônia Militar do Iguaçu, com o intuito de garantir a soberania nacional sobre um território de limites já definidos e sem a presença do poder e da lei brasileira, pois não havia nenhuma cidade edificada na tríplice fronteira, muito menos estradas que integrassem o território paranaense, e conseqüentemente o território nacional.

A grande conexão era o rio Paraná, que ligava os portos dessa região a importantes cidades argentinas como Posadas e Corrientes, e facilitava a extração de madeira e a exportação da erva mate que era produzida por um sistema extrativista de obragens ou “obrage”, tocado por capitalistas argentinos que exploravam esses produtos às custas do trabalho quase escravo do que se chamava de “mensus” (trabalhadores das obragens).

José Maria de Brito (2005) descreve a instalação da colônia militar e

registra fatos que precedem e sucedem o surgimento da cidade de Foz do Iguaçu, como quando em novembro de 1889, ao chegar a comissão encarregada de instalar a colônia, viram-se obrigados por conta de uma grande estiagem a mudar o local do acampamento, antes definido a 4 quilômetros da confluência do rio Paraná com o rio Iguaçu, para um sítio, próximo à barra do arroio que banha a cidade (o autor escreve o relato em 1938, quando já havia urbanização e município emancipado, fato que se deu em 10 de junho de 1914). Esse arroio ao que o autor se refere é o rio Monjolo, hoje com um grande trecho de seu leito canalizado. Tal relato nos convida a refletir que a necessidade de se estar próximo a um corpo hídrico fez com que se dessem também os primeiros traços de urbanização do município em torno desse, fato que ressalta a importância da água na gênese de muitas cidades na história do mundo.

Essa parte da história de Foz do Iguaçu se refere a um primeiro ciclo econômico de 4 ciclos oficiais que se tem conhecimento.

O segundo ciclo é marcado pelo início das obras da Usina Hidrelétrica de Itaipu, em 1974, quando a cidade teve o crescimento urbano e populacional quadruplicado, causando distorções e desequilíbrios em sua estrutura. Este ciclo também foi marcado pela instalação da Zona de Livre Comércio, localizada em Ciudad Del Este, consolidada a partir da fronteira entre Brasil e Paraguai; o terceiro ciclo foi marcado pela exportação e turismo de compras, que gerou aumento nos serviços de transporte, hospedagem e alimentação; o quarto ciclo, produziu um agravamento da economia e das políticas sociais do município com a consolidação do MERCOSUL, havendo a dificuldades de inúmeros setores sociais, como educação, saúde e segurança pública, com o crescente desemprego e desenvolvimento de uma economia informal.

Os quatro ciclos acima são descritos na Carta Consulta nº 6520 de 24/08/2018 ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão que trata sobre o projeto do programa Reinventando Foz, que tem como principal proposta revitalizar e requalificar três sub-bacias municipais: M'Boicy, Monjolo e Ouro Verde. Sobre esse projeto, o discutiremos também no capítulo 4 – Resultados e Discussões.

Os ciclos descritos remetem ao crescimento populacional, sobretudo nas décadas de 1970 e 1990, onde por conta da construção da hidrelétrica de Itaipu houve um substancial aumento populacional, como fica evidente na série histórica do censo populacional do IBGE, como pode ser verificado no Quadro 1:

**Quadro 1 – Série histórica da população de Foz do Iguaçu**

1970	1980	1996	2000	2007	2010
33.966	136.352	230.603	258.543	311.336	256.088

Fonte: IBGE,2019

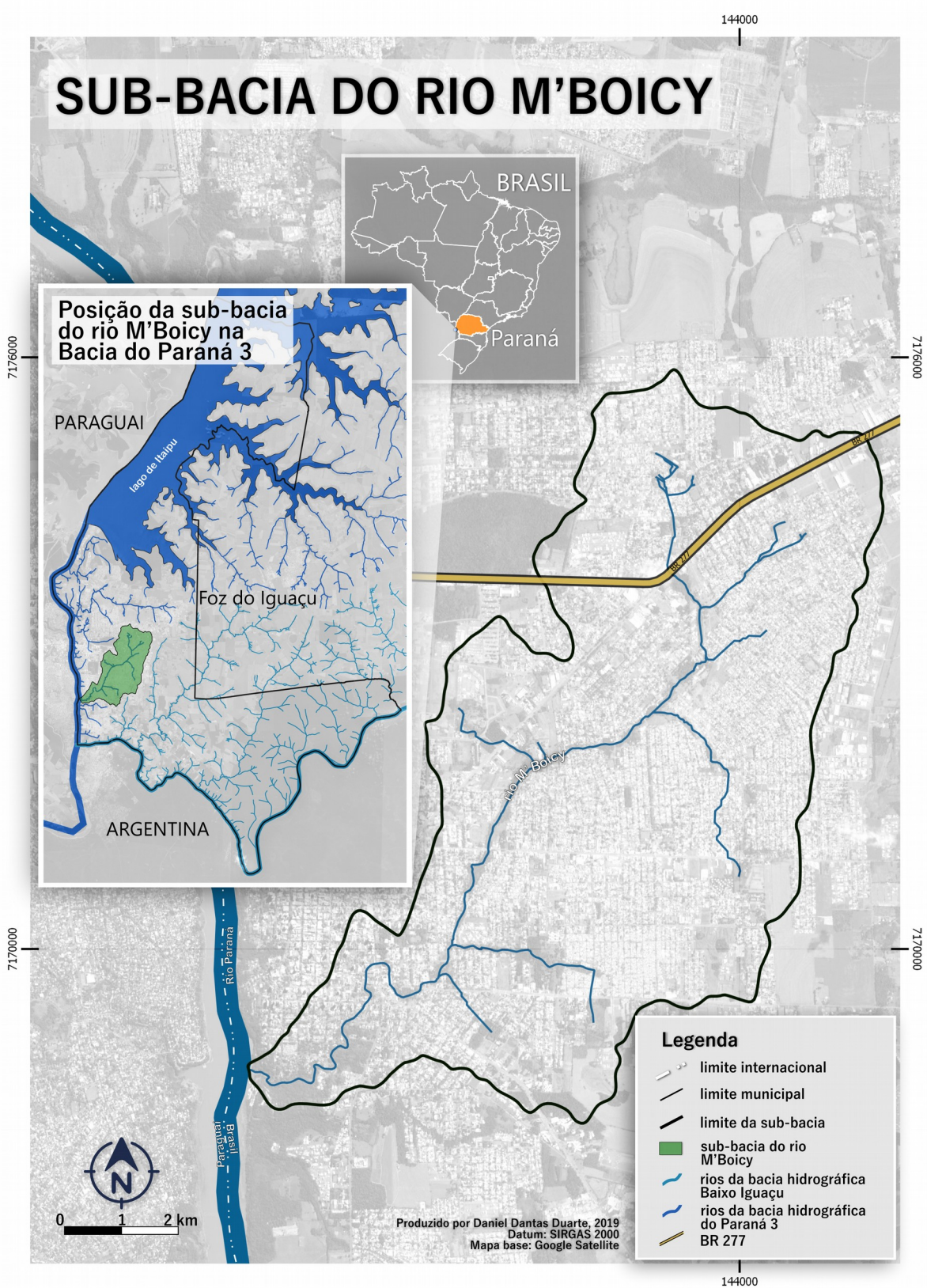
O crescimento urbano no Brasil tem sido caracterizado por expansão irregular de periferia com pouca observância da regulamentação urbana relacionada com o Plano Diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda, tendência que dificulta o ordenamento das ações não-estruturais do controle ambiental urbano, Tucci(2001). O autor ressalta ainda que há graves problemas resultantes de um processo de desenvolvimento urbano desenfreado, como a expansão irregular sobre áreas de mananciais de abastecimento humano, o que compromete a sustentabilidade hídrica das cidades.

### 3.1.1. A sub-bacia hidrográfica do rio M'boicy

*Numa ninhada de serpentes, duas delas tiveram privilégio a mais que as outras. Passaram a ganhar tamanho, cresciam sem parar e uma sempre de olho na outra. Ficaram tão grandes e poderosas que uma começou a ter ciúmes da outra, e a querer defender seu território. Passou o tempo e o ciúme chegou aos limites, e decidiram fazer uma disputa para ver quem era quem. Uma luta de dois monstros gigantes que durou dias, até que uma delas fraquejou e para salvar sua vida, fugiu. Por onde ela arrastou o seu gigante corpo, a terra teve rachaduras, e aí se originou o leito do rio M'boicy. Assim, M'boi se tornou o "grande chefe".*

A lenda acima descrita é contada no livro de Francisco Amarilla Barreto (2016), onde o próprio autor ressalta que se trata de uma lenda que pertence à fértil imaginação do povo Guarani, e que ela é de domínio público. O autor explica ainda que "M'Boicy" deriva do idioma Guarani, e significa "Mãe das cobras". Assim, fica evidente outro traço cultural interessante ligado a uma expressão da Geodiversidade. Assim como as Cataratas do Iguaçu, o rio M'Boicy entalha seu leito sobre os basaltos do Grupo Serra Geral, porém, com fluxo, grau de erodibilidade e processo de sedimentação em menores proporções. No mapa a seguir, é possível observar a localização da bacia hidrográfica do rio M'Boicy:

MAPA 1 – Sub-bacia do rio M'Boicy



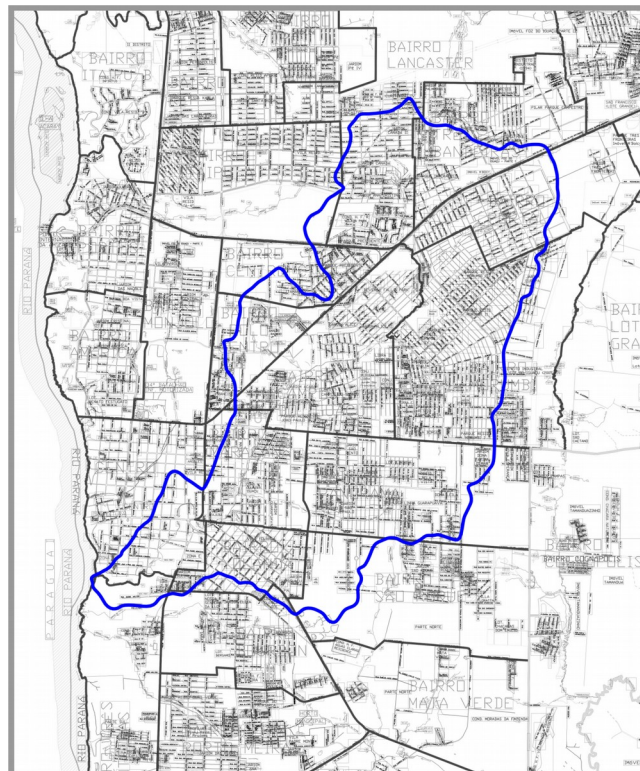
Fonte: O autor, 2019

Popularmente conhecido apenas por Boicy, esse rio tem sua bacia ocupada por diversos bairros como o Campos do Iguaçu e o Centro, tendo algumas importantes avenidas como a Jules Rimet, República Argentina, Felipe Wandscheer e Jorge Schimmelpfeng, pontes sobre seu curso. Apesar de conhecido, é por vezes chamado como “rio bostinha” na linguagem popular. Percebe-se em Foz do Iguaçu, que a população designa assim qualquer curso d’água que se encontre poluído.

Até meados da década de 1970, as águas do rio M’Boicy eram límpidas e cristalinas e o entorno possuía uma vasta mata ciliar. No começo desta década, a cidade contava com aproximadamente 30 mil habitantes e no final já contava com 100 mil habitantes. Esta explosão demográfica gerou uma crise socioambiental, pois muitos dos que vieram morar na cidade não conseguiram emprego, tendo dificuldades para conseguir moradia, foram morar em áreas como as beiras dos rios que serpenteiam a cidade (Hartmann, 2017).

Na figura a seguir, é possível observar a distribuição espacial dos bairros de Foz do Iguaçu que estão inseridos na sub-bacia hidrográfica do rio M’Boicy:

**Figura 2** – Bairros inseridos na sub-bacia do rio M’Boicy



Fonte: Lei Complementar nº 303 de 20 de dezembro de 2018, adaptado pelo autor

Na figura acima, estão inseridos em sua totalidade ou parcialmente na sub-bacia do rio M'Boicy os seguintes bairros: Bairro Lancaster, Bairro Três Bandeiras, Bairro Portal, Bairro Centro Cívico, Bairro Polo Centro, Bairro Campos do Iguaçu, Bairro Morumbi, Bairro Maracanã, Bairro Panorama, Bairro Iolanda, Bairro São Roque e Centro.

Segundo o levantamento feito por Soria (2018), sabe-se que a extensão da sub-bacia do rio M'Boicy é de aproximadamente 10,375km com área de 28,61Km<sup>2</sup>, passando por 72 bairros<sup>6</sup> da cidade. O levantamento traz ainda outras informações como a subdivisão da bacia principal em outras 142 minibacias, sendo o comprimento do fluxo principal 9,815km, e o comprimento total dos cursos d'água 40,323km. Porém, se comparados os resultados dessa pesquisa com os resultados obtidos no presente TCC, há algumas discordâncias quanto ao comprimento total dos canais e da área da bacia, assunto que será discutido no capítulo 4 – Resultados e Discussões.

O canal principal do rio M'Boicy parte da área denominada como “cabeceira norte”, sob coordenadas 25°30'03.6"S e 54°32'50.4"W, área esta que compreende um conjunto de nascentes localizadas em três diferentes terrenos. Na microbacia da cabeceira norte localizam-se porções dos extintos bairros Jardim Canadá, Jardim Duarte e Jardim Ana Cristina (agora inseridos no Bairro Lancaster), que de acordo com o item 5.4 do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado Sustentável de Foz do Iguaçu (PDDIS FOZ, 2016), fazem parte da região classificada como “R-07 – Região do Parque Imperatriz”, descrita da seguinte forma:

**g) R-07** - Região do Parque Imperatriz: População Estimada: 16.578 habitantes: Região limitada ao norte pelo Rio Mathias Almada, a oeste pela Av. Garibaldi a leste pelo Rio Mathias Almada, Rua Alberto Batista, Rua Ouro Preto e Av. Irio Manganelli e ao sul BR-277.

– Condomínio Arco di Roma, Conjunto Habitacional Fechado Lago do Cisnes, Conjunto Habitacional Parque Imperatriz, Conjunto Habitacional Piazza, Distrito Industrial, Jardim Ana Cristina, Jardim Aurora, Jardim Canadá, Jardim Canadá II, Jardim Curitibano IV, Jardim das Palmeiras I, Jardim das Palmeiras II, Jardim Dona Rocca, Jardim Duarte, Jardim Lancaster, Jardim Lancaster III, Jardim Lancaster IV, Jardim Lancaster V, Loteamento Nacional, Parque Imperatriz, Parque Presidente II, Parque Residencial Três Bandeiras, Pilar Parque Campestre.

---

<sup>6</sup> A Lei Complementar nº 303 de 20 de dezembro de 2018 redefiniu a denominação dos perímetros dos bairros de Foz do Iguaçu, reduzindo de cerca de 290 para 37 bairros.

Nessa área foi identificada a densa ocupação das áreas próximas as nascentes, e de áreas críticas como uma ocupação de uma das áreas de nascentes, que ficou melhor evidenciada com o aerolevanteamento que será apresentado no capítulo 4 – Resultados e Discussões. Tucci (2002) ressalta que um dos graves problemas decorrentes do desenvolvimento urbano resulta da expansão, geralmente irregular, que ocorre sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades.

Uma pesquisa realizada por acadêmicos do curso de Ciências Biológicas da Uniamérica em 2017 foi realizada em 5 rios na área urbana de Foz do Iguaçu, sendo esses o Arroio Pé feio (região do colégio agrícola); rio Tamanduá; Arroio Jupirá (região do bairro Itaipu A e do bairro Portes); rio Monjolo e rio M'Boicy, onde buscou-se analisar coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* de acordo com parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 que dispõe sobre a balneabilidade dos corpos hídricos .

Como resultado, apenas o rio Tamanduá foi classificado como próprio para banho e destinado ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, e à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.

A cachoeira do arroio Pé Feio é considerada imprópria para banho, e de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, é indicada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário, e à dessedentação de animais.

As cachoeiras do arroio Jupirá, rio Monjolo e rio M'Boicy mostram, de acordo com a Resolução CONAMA 357, a impossibilidade da utilização da água para banho, mas que pode ser utilizada para navegação e a harmonia paisagística.

Em relação ao rio M'Boicy, objeto da presente pesquisa, foram realizadas cinco coletas no mês de maio de 2017 próximas ao exutório da bacia, na região central, sob coordenadas 25°33'19" S e 54°35'8" W, obtendo-se os seguintes dados:



**Quadro 2 - Coletas no rio M'Boicy**

Ponto 5		1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta	5ª coleta	Resultado (média)	Classe (RES. CONAMA 357/2005)
Rio M'Boicy	<i>E. coli</i>	3,0x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	2,8x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	3,5x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	5,2x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	5,3x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	3,9x10 <sup>4</sup> UFC/100ml	IMPRÓPRIA, CLASSE 4
	Coliformes termotolerantes	3,8x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	3,0x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	4,8x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	5,4x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	6,1x10 <sup>4</sup> UFC/ 100ml	4,6x10 <sup>4</sup> UFC/100ml	

Fonte: Mello et al., 2017

O quadro acima mostra a quantidade de Unidade Formadora de Colônia (UFC) a cada 100 ml de água, que de acordo com o resultado final das 5 análises exibiu uma média de 3900 UFC de *E. coli* para 100ml, e 4600 UFC de Coliformes Termotolerantes para 100ml, o que impossibilita a balneabilidade do rio M'Boicy, pois de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000, a balneabilidade é classificada da seguinte forma:

**Quadro 3 – Classificação de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000**

Categoria	Limite de Coliformes Fecais Termotolerantes (UFC/100ml)	Limites de Escherichia coli (UFC/100ml)
Excelente	250	200
Muito Boa	500	400
Satisfatória	1000	800
Imprópria	Acima de 1000	Acima de 800

Fonte: Resolução CONAMA 274/2000

Ainda de acordo com essa resolução, as águas doces ainda poderão ser classificadas como impróprias caso: valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 *E. coli* por 100ml; pH menor que 6,0 ou maior que 9,0, com exceção das condições naturais; presença de esgoto sanitário, óleos, graxas e demais substâncias que podem acarretar risco a saúde ou tornar desagradável a recreação; floração de algas e outros organismos e demais fatores que afetem a saúde humana (Resolução CONAMA n°274 de 2000).

Em eventuais estiagens, outros rios poderiam integrar o sistema de abastecimento urbano local se não estivessem poluídos com níveis preocupantes de *E. cholis* e outros patógenos, além de poder integrar de melhor forma a paisagem urbana com parques lineares, aumentando a qualidade da vida urbana, o microclima e interligando bairros a partir desses parques.

### 3.2 ETAPAS DE PESQUISA

A presente pesquisa apresentada nesse TCC teve início em 2015, quando na disciplina Técnicas de Trabalho de Campo ministrada pela orientadora, foi realizado um trabalho de campo no Estado do Paraná entre 12 e 14 de novembro daquele ano. Nessa viagem, os discentes tiveram a oportunidade de conhecer aspectos da geodiversidade em Prudentópolis, Curitiba, Ponta Grossa, Tibagi e em Palmeira, onde teve-se o primeiro contato com painéis interpretativos da geodiversidade, colocados pela MINEROPAR nas estrias glaciares de Witimarsum. Em um momento desse trabalho de campo, acompanhou-nos o Professor João José Bigarella, que viria a falecer meses depois.

**Fotografia 2** – Discentes do curso de Geografia da UNILA em companhia da docente Ana Clarissa Stefanello e do professor João José Bigarella em trabalho de campo, Curitiba, 2015



Fonte: O autor, 2015

Porém, foi na iniciação científica que teve como título “Cursos d'água das terras de M'boi. Geoturismo, Geodiversidade e cachoeiras da tríplice fronteira entre Argentina, Brasil e Paraguai.” em que foram realizados os trabalhos de campo com ênfase nas geoformas da região da tríplice fronteira, e a investigação de onde viria a poluição constatada nas cachoeiras.

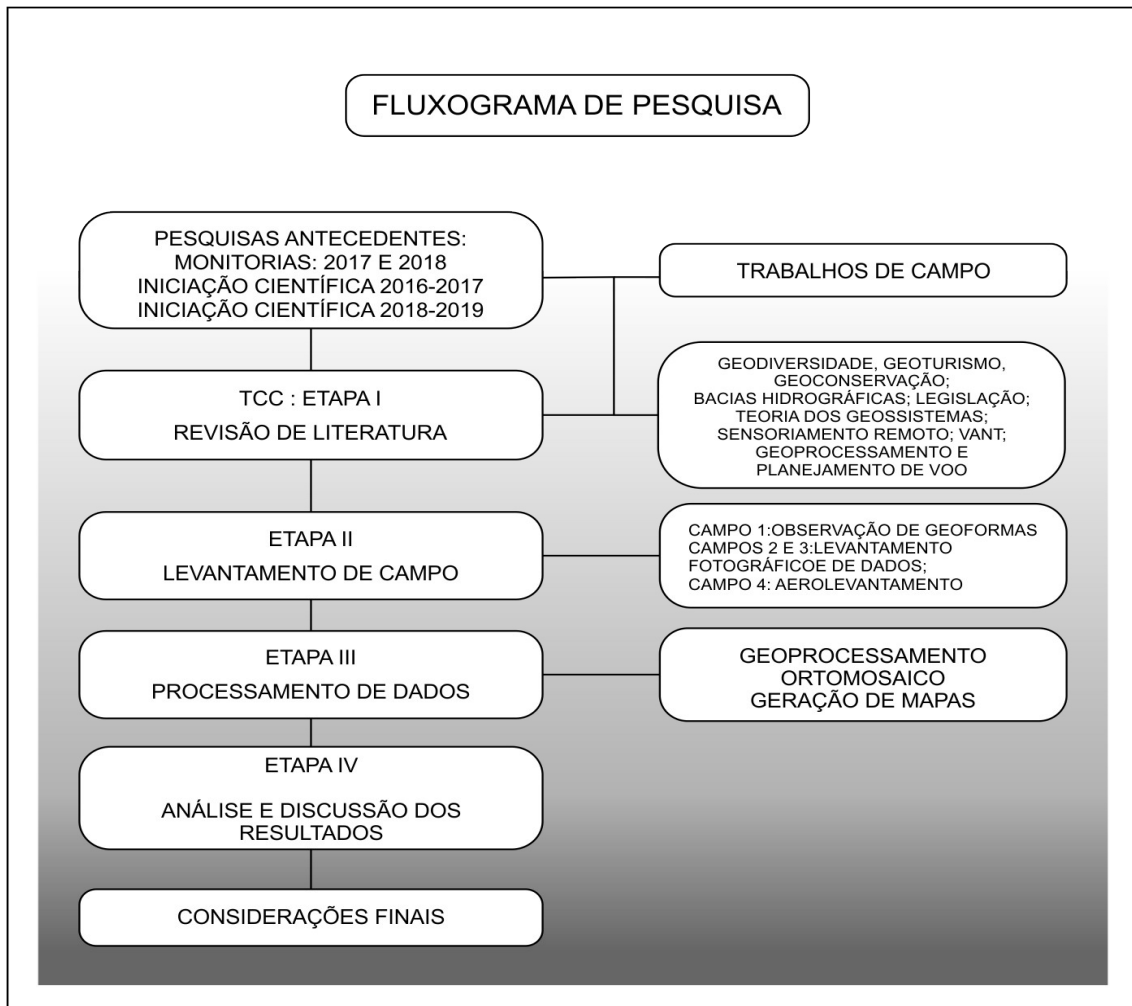
Durante o período de Iniciação Científica, foram realizados outros trabalhos de campo. No âmbito da disciplina de Dinâmica do Relevo e Uso do Território, entre 22 e 23 de outubro de 2016, conheceu-se os aspectos da Geodiversidade na região do Arenito Caiuá, noroeste do Paraná. Na monitoria prestada para a disciplina Técnicas de Trabalho de Campo, entre 21 e 23 de junho de 2017, conheceu-se aspectos da geodiversidade no Paraguai e na Argentina, passando por Ciudad del Este, Caacupé, Tobati, Asunción, Encarnación, Posadas e as ruínas jesuíticas de San Ignacio.

Ainda no âmbito da Iniciação Científica prestada em 2017, realizou-se nos dias 6,8 e 9 de maio trabalhos de campo de reconhecimento e levantamento de outras geoformas na tríplice fronteira, além de iniciar-se as pesquisas na bacia do rio M'Boicy.

No âmbito da monitoria prestada para a monitoria de Dinâmica do Relevo e Usos do Território, no dia 8 de novembro de 2018, conheceu-se aspectos econômicos da geodiversidade nas minas de extração de ametistas em Wanda, Argentina.

O trabalho de campo é uma importante etapa do processo acadêmico, e, para não ser somente um empirismo, deve articular-se à formação teórica que é, ela também, indispensável (Lacoste 2006). Dessa forma, a presente pesquisa tem base nos resultados de trabalhos de campo, revisão bibliográfica, obedecendo as etapas conforme o fluxograma apresentado na figura a seguir:

**Figura 3 – Fluxograma de pesquisa**



Fonte: O autor, 2019

Buscando compreender a topologia da bacia hidrográfica do rio M'Boicy no contexto geomorfológico municipal foi feito o geoprocessamento de onde extraiu-se seu formato, o que possibilitou observar a distribuição espacial da cidade de Foz do Iguaçu na área dessa bacia. Um aerolevanteamento foi realizado, obtendo-se um ortomosaico que possibilitou observar a situação atual das nascentes e do leito principal na região da cabeceira norte, posteriormente mapeando-as.

A partir de consultas a bibliografias que discutem o uso de VANT<sup>7</sup>, fica evidente o crescente emprego dessa tecnologia, como por exemplo Longhitano (2010), que buscou verificar a aplicabilidade de sensoriamento remoto por VANT para o auxílio na avaliação e no monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes envolvendo o transporte de cargas perigosas em rodovias; ou a geração de modelos tridimensionais de construções, como no trabalho de Palermo e Leite (2013), que

<sup>7</sup> Abreviação para Veículo Aéreo não Tripulado.

obtiveram produtos cartográficos e modelo tridimensional das ruínas da igreja de São Miguel das Missões.

### 3.2.1 VANT na captação de dados da superfície terrestre

O uso do VANT para geração de dados é também uma técnica de sensoriamento remoto, pois de acordo com Florenzano (2011), essa tecnologia permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro de energia refletida ou emitida pela superfície. A obtenção dessas informações se dão por sensores que, podem estar em plataformas terrestres, como o radar (SRTM)<sup>8</sup>, plataformas aéreas, como balões e aeronaves; ou orbitais, como os satélites artificiais, sem que haja o contato do sensor com a superfície imageada. O processamento das informações obtidas também compõe o sistema de sensoriamento remoto.

Geoprocessamento se refere a uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita a manipulação, a análise, a simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados. Trata-se, portanto, de uma técnica agregada ou não ao uso de um SIG (Fitz 2008). Esse autor ressalta ainda a importância dessas tecnologias no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Por fotogrametria, entende-se como a reconstrução de um espaço tridimensional, chamado de espaço-objeto, a partir de um conjunto não vazio de imagens bidimensionais, chamado de espaço-imagem. Trata-se, então, de uma transformação entre sistemas: um sistema bidimensional, chamado sistema fotográfico, e um sistema tridimensional, que representa o próprio espaço-objeto (Brito, 2007). Nessa perspectiva, essa etapa do processo está intrínseca ao método de obtenção de dados por meio de VANT e da sua posterior retificação e tratamento em *softwres* destinados a essa finalidade.

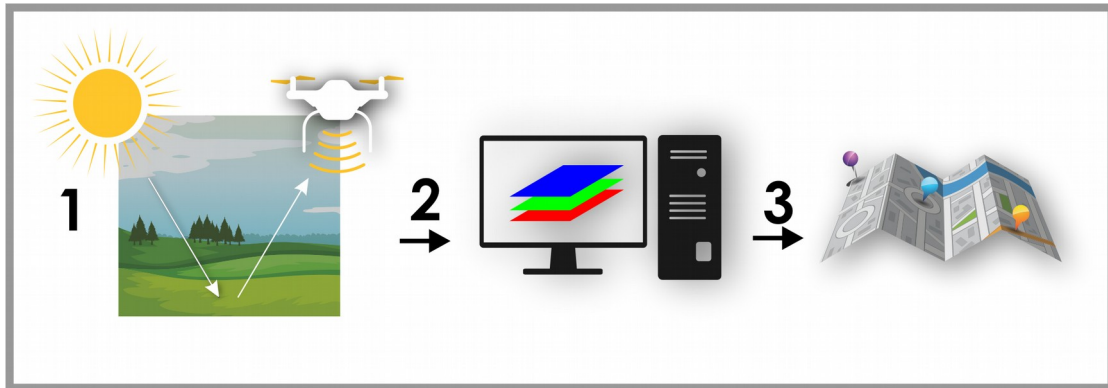
O processo de obtenção de dados por meio de VANT pode ser descrito em três etapas: 1 – aerolevanteamento (sensoriamento remoto); 2 – tratamento de dados obtidos (fotogrametria, geoprocessamento, etc.); 3 – geração de produtos cartográficos e

---

8 A National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA) foram as instituições responsáveis pela missão SRTM. Os dados de radar foram coletados no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 (durante 11 dias), a bordo da nave espacial Endeavour. Nesse período, a nave realizou 16 órbitas diárias na Terra, o que correspondeu a 176 órbitas durante toda a missão.

outras aplicações (produção de vídeos, mapa de declividade, etc.). conforme mostra a figura a seguir:

**Figura 4 – Esquema de obtenção de dados por meio de VANT**



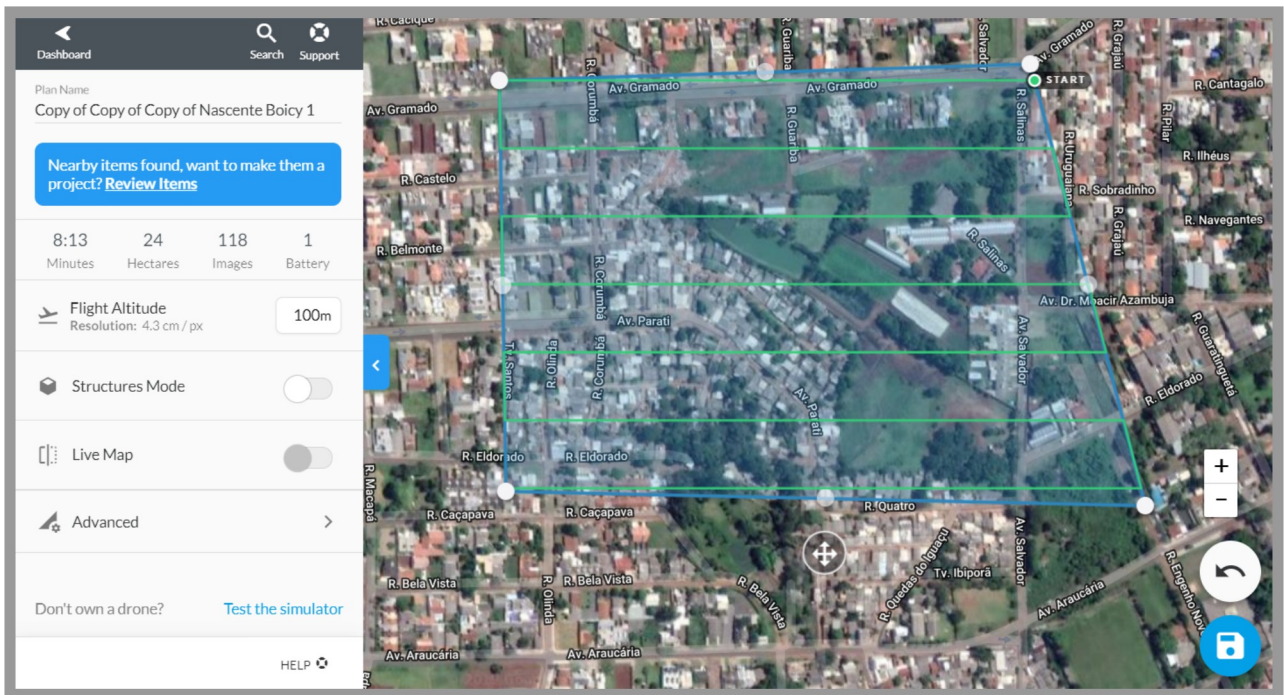
Fonte: O autor, 2019

Dessa forma, para a melhor compreensão da situação do rio e de suas nascentes na cabeceira norte, procedeu-se com o aerolevante. A obtenção de dados obedeceu as seguintes etapas:

1. Planejamento de voo com o aplicativo Dronedeploy;
2. Voo de captação de imagens;
3. Processamento das imagens obtidas e geração de ortomosaico pelo *software* Photoscan;
4. Fotointerpretação.

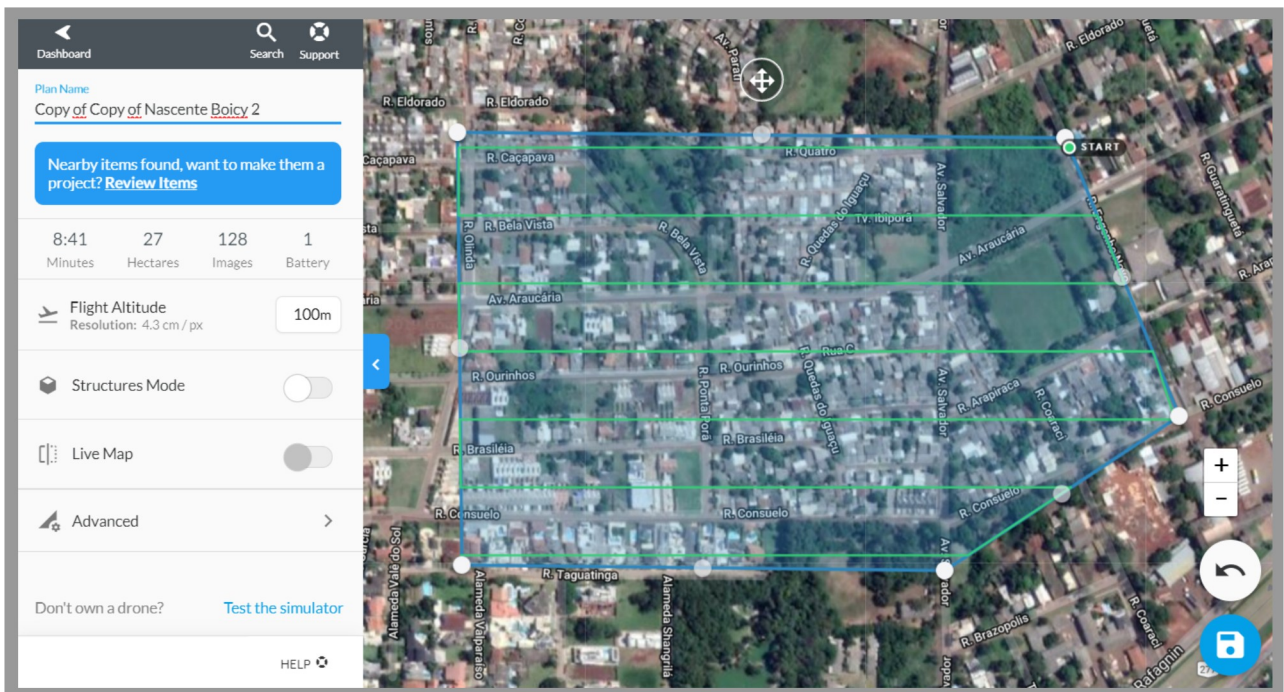
O aerolevante foi realizado obedecendo 3 planos de voo feitos a partir do *software* Dronedeploy. Nesse aplicativo, é necessária uma configuração prévia de delimitação das áreas a serem imageadas, desenhando um polígono (de borda azul-claro) que contém a rota a ser feita pelo VANT (linhas verdes no interior do polígono). A relação entre o tamanho da área a ser imageada e da altura da aeronave resulta na estimativa de uso da bateria, ou em quantas baterias serão necessárias para cobrir determinada área; número de imagens captadas por plano de voo, e tempo de voo conforme as figuras a seguir:

Figura 5 – Plano de voo 1



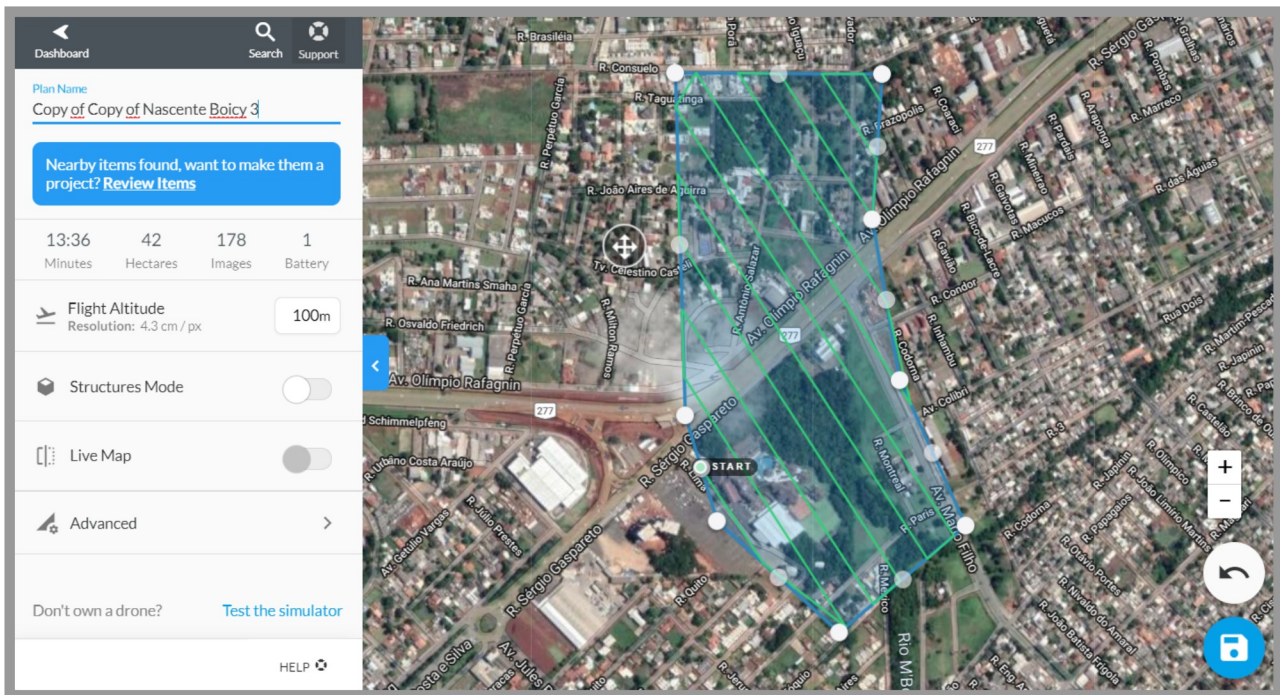
Fonte: DroneDeploy, 2019

Figura 6 – Plano de voo 2



Fonte: DroneDeploy, 2019

Figura 7 – Plano de voo 3



Fonte: DroneDeploy, 2019

Escolheu-se o horário de maior iluminação solar, pois a maior incidência de luz sobre os alvos na superfície garantem a melhor riqueza da nuvem de pontos, de forma que pouquíssimas ou quase nenhuma parte da superfície imageada contenha sombras que venham interferir na qualidade do produto final. Assim, os planos de voo foram cumpridos em dois dias, sendo o primeiro e o segundo no dia 21 de janeiro de 2019, tendo início às 14:05 e encerrando às 14:34, totalizando 400 arquivos JPEG com dimensão de 4000 x 3000 pixels cada um; e a terceira, no dia 22, iniciando às 13:59 e terminando às 14:10, gerando imagens com as mesmas dimensões citadas acima.

Foi utilizado um VANT DJI Phantom 3 Advanced com câmera padrão embarcada DJI 2.7K com sensor CMOS de ½ polegadas. O controle da aeronave se dá via rádio por intermédio do controle remoto a partir de um celular ou tablet. No entanto, é necessário que no celular estejam instalados o aplicativo Dronedeploy, responsável pelo planejamento e execução do voo automático; e o aplicativo DJI Pilot, padrão para a pilotagem de aeronaves dessa marca.

A aeronave em questão utiliza uma unidade de medida inercial ou IMU que a mantém estável durante o voo, além de se guiar por GNSS embarcado, marcando em cada foto as coordenadas geográficas.

O *software* Photoscan da empresa russa Agisoft tem por finalidade a



reconstrução 3D de superfícies, geração de ortomosaico e Modelo digital de elevação a partir de fotografias. De acordo com Agisoft (2018), o processo de modelagem acontece da seguinte forma:

1. Alinhamento das fotos obtidas a partir de pontos comuns e os combina formando uma nuvem de pontos esparsa, que pode ser exportada e utilizada no próprio Photoscan ou em outros programas como Autocad.
2. Geração de nuvem de pontos densa;
3. Geração de superfície tridimensional: modelo tridimensional em malha poligonal (*mesh*) ou Modelo Digital de Elevação (DEM, que pode ser em projeção geográfica, planar ou cilíndrica), baseados nas nuvens de pontos densas ou esparsas. Essa etapa é obrigatória no fluxo de trabalho do software para a geração do ortomosaico, mesmo que não se utilize o DEM em si;
4. Ortomosaico derivado das etapas anteriores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os produtos gerados pelo Photoscan podem ser manipulados ainda nesse *software*, sendo possível obter informações como área, volume, altimetria, etc. Pode-se ainda gerar um relatório ao final do processamento, que mostrou os seguintes resultados:

- 730 imagens (referentes à execução de 3 planos de voo);
- Altitude de voo de 132 metros
- Resolução espacial de 4.9 cm/pixel
- Área imageada de 1.34km<sup>2</sup> ou 134 Ha.

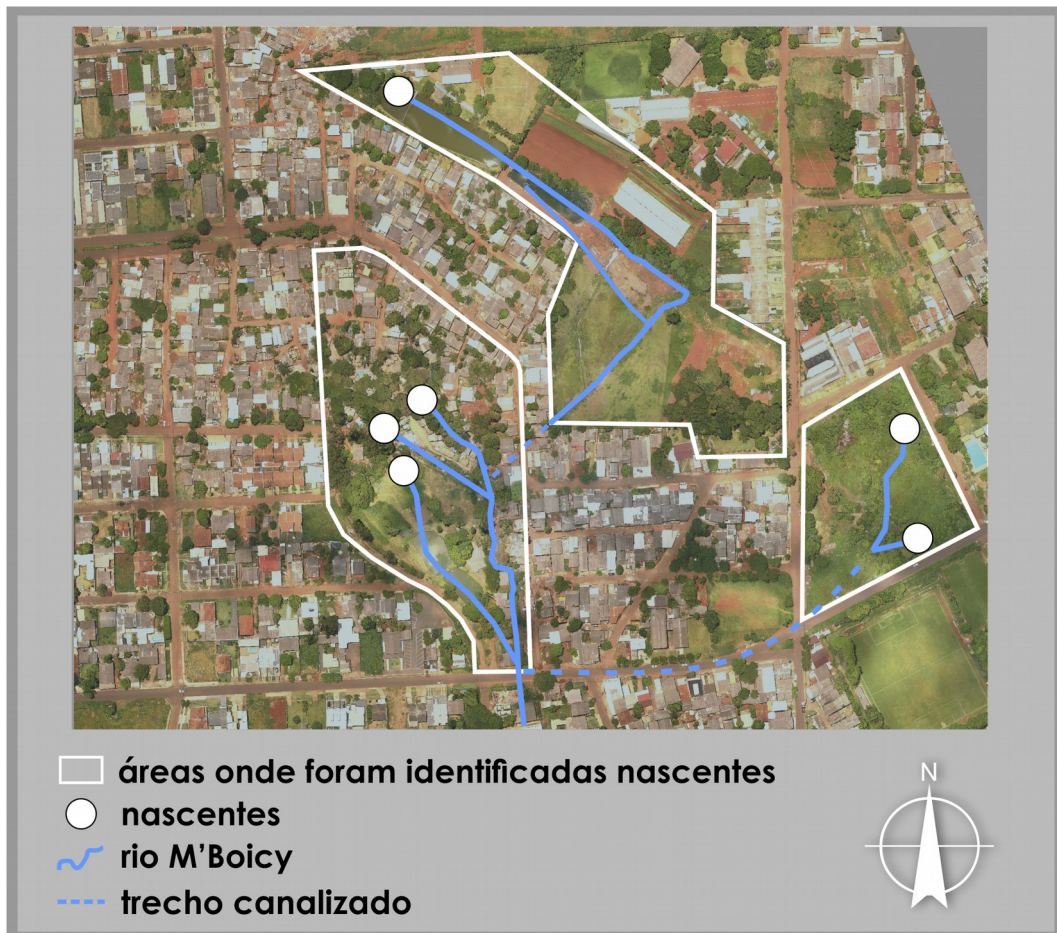
O ortomosaico a seguir foi exportado para o software livre QGIS no formato GeoTIFF com resolução espacial de 4.9 cm/pixel, possibilitando uma melhor avaliação da atual situação das imediações das áreas de nascentes na cabeceira norte do rio M'Boicy:

**Figura 8** – Ortomosaico



Fonte: O autor, 2019

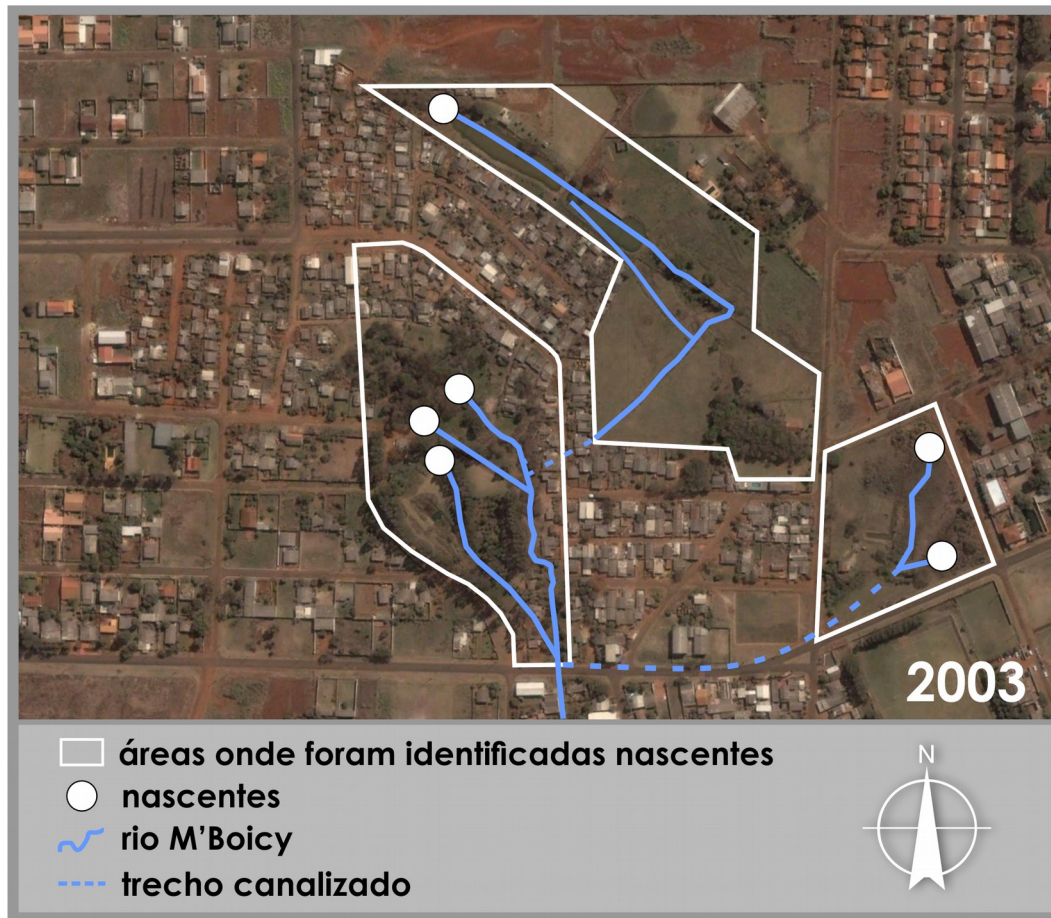
**Figura 9 – Ocupação das áreas de nascente na imagem de VANT**



Fonte: O autor, 2019

Se comparadas a imagem de VANT com imagens de satélite de anos anteriores disponíveis no software Google Earth, observa-se que a área de nascentes sob coordenadas 25°30'04.8"S 54°32'57.3"W já se encontrava ocupada em 9 de maio de 2003, data possível de ser consultada no menu “imagens históricas” do referido software. Por meio dessa imagem, vê-se que o perímetro demarcado a oeste já tinha naquele ano seus arredores habitados, porém não seu interior, onde há uma mata, como pode ser observado na figura a seguir:

**Figura 10 – Ocupação em área de nascentes em 2003**



Fonte: Google Earth, 2019

Nessa imagem também é possível observar que a região descrita pelo Plano Diretor no capítulo 3, ainda era rarefeita do ponto de vista urbano, havendo poucas construções nos loteamentos que contavam com ruas pavimentadas com asfalto ou poliedro em suas imediações.

No *software* QGIS foram utilizados dados SRTM com resolução espacial de 90 metros para a geração do MDT<sup>9</sup>, das curvas de nível e para o mapeamento da bacia hidrográfica do rio M'Boicy. Como resultados de análises espaciais feitas a partir do geoprocessamento, sabe-se que a área da sub-bacia do rio M'Boicy é de 24,29 km<sup>2</sup>, tendo a rede de drenagem 20,874 km distribuídos por 16 canais; e a área da microbacia da cabeceira norte é de 4,03 km<sup>2</sup>. Adotou-se no presente trabalho o DATUM SIRGAS 2000, zona UTM 21 S.

Em relação a essas medidas, Sória(2018), apresenta área de 28,61 km<sup>2</sup>, e rede de drenagem de 40,323 km distribuídos por 45 canais; enquanto Carvalho et. al(2016)

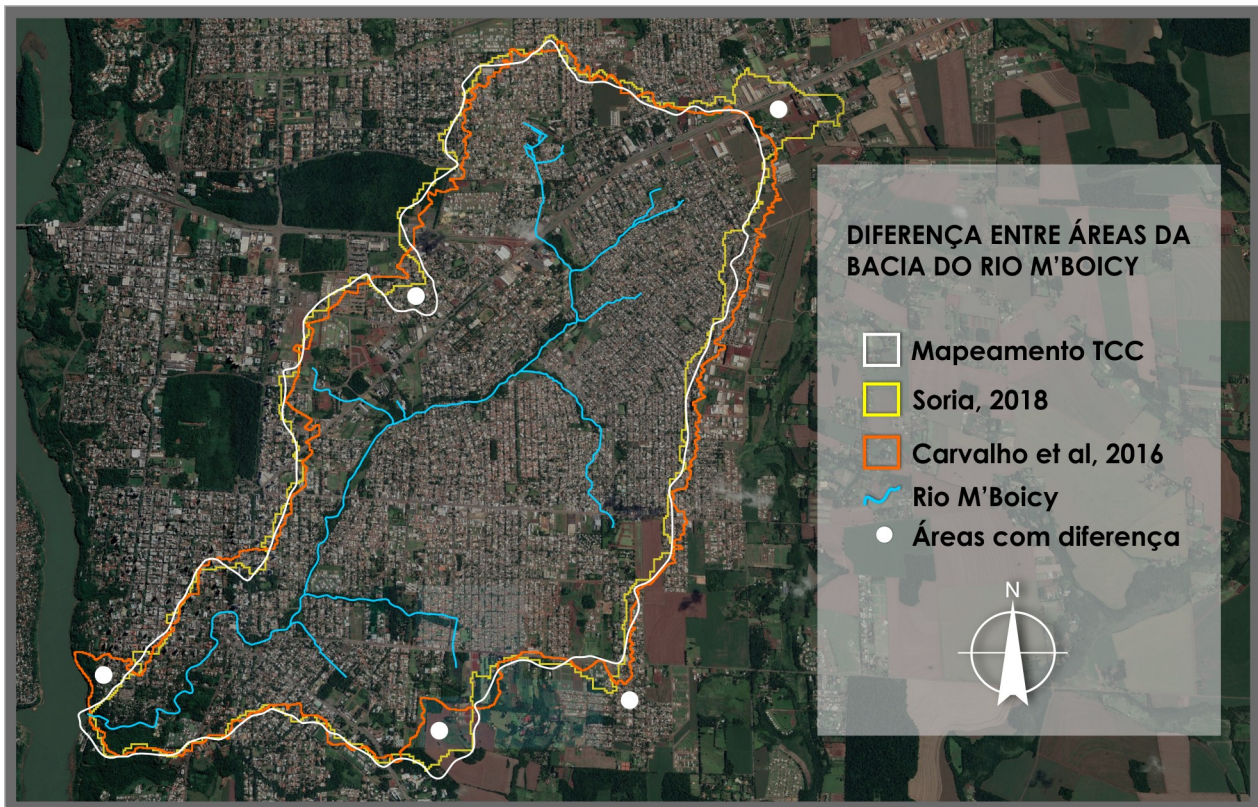
9 Modelo Digital do Terreno.

apresenta apenas área de 25,3 km<sup>2</sup>.

Analisando o formato geométrico das bacias dos três trabalhos, observa-se no trabalho de Sória(2018) uma área excessiva em relação ao modelo construído, localizada a nordeste da bacia, sob as coordenadas 25°29'52.6"S 54°31'30.1"W. A partir das curvas de nível geradas em SIG, sabe-se que a área tem uma altitude média de 270 metros, observando-se algumas depressões na cota 256 metros. De acordo com o modelo de direção de fluxo gerado com base no raster SRTM, observou-se que essa área está contida nas bacias do rio Almada e Tamanduá. Trata-se de um interflúvio.

Na figura a seguir é possível observar a diferença entre as formas da bacia hidrográfica do rio M'Boicy nos três trabalhos:

**Figura 11** – Diferença entre áreas da bacia do rio M'Boicy



Fonte: O autor, 2019

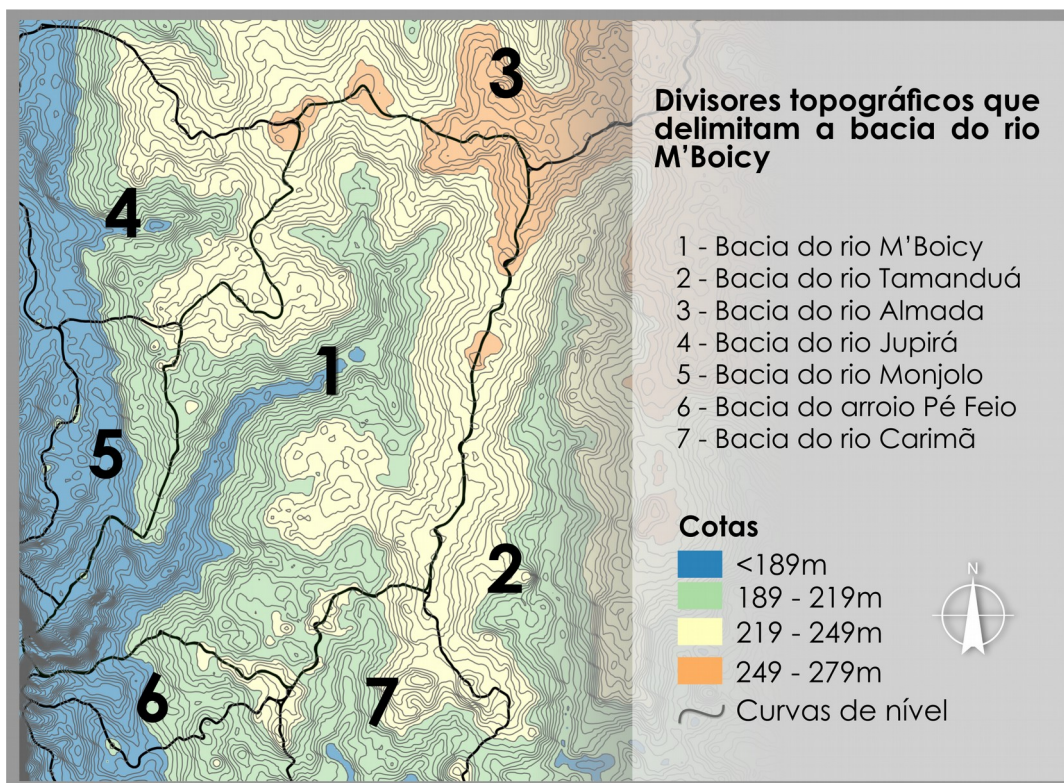
Ao comparar a geometria das bacias com Carvalho et. al(2016), observa-se uma área a noroeste sob as coordenadas 25°31'02.7"S 54°33'42.1"W com platôs com altitude média de 235 metros e algumas depressões com altitude média de 230 metros. De acordo com o modelo de direção de fluxo obtido, observou-se que essa área é pertencente à bacia do rio Jupirá. Em observação em campo, constatou-se um leve

abaulamento negativo na área de inconsistência, que segue em direção ao rio Jupirá.

Outro fator que leva a inconsistência entre os valores é quanto a qualidade do *shapefile* gerado, pois deve-se levar em consideração as arestas, que quadriculadas ou não tratadas após a conversão do *raster* para o *shapefile*, somam área à bacia. Na presente pesquisa, optou-se pela suavização das bordas utilizando-se o algoritmo de suavização “*snakes*” da biblioteca Grass (*v.generalize*), com valor de tolerância 2. Assim, o tratamento do *shapefile* e o formato final respeitou a geometria das curvas de nível que representam os divisores topográficos que delimitam as bacias hidrográficas.

Na figura a seguir é possível notar os interflúvios entre 7 bacias que circundam a bacia do rio M’Boicy, e o encontro entre seus limites sobre as cotas mais altas do terreno:

**Figura 12** – Divisores topográficos que delimitam a bacia do rio M’Boicy



Fonte: O autor, 2019

Para a maior exatidão, é necessário um mapeamento mais aprofundado junto a trabalhos de campo, uso de Geoprocessamento e equipamentos mais adequados como

estação total, RTK<sup>10</sup> e VANT. A acurácia nas medidas em produtos cartográficos auxiliam na execução de políticas públicas e nas ações referentes ao planejamento urbano e na gestão das bacias hidrográficas.

#### 4.1 CONSTATAÇÕES E RESULTADOS A PARTIR DE TRABALHOS DE CAMPO REALIZADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO M'BOICY

Nessa seção serão apresentadas as constatações a partir de trabalhos de campo realizados na bacia hidrográfica do rio M'Boicy, realizados em diferentes datas, cujos resultados serão apresentados de forma cronológica, divididos entre as cabeceiras leste e norte.

##### 4.1.1 Cabeceira Leste

Em trabalho de campo realizado em 6 de maio de 2017, tomou-se conhecimento a partir de um ponto na BR 277, adjacente ao hotel Recanto Cataratas, que o leito do rio cruzava canalizado por baixo da rodovia, vindo da direção da rua Antônio Salazar. Posteriormente, observou-se por meio de imagens de satélite, áreas verdes que tinham geometrias similares à matas ciliares e que estavam fragmentadas em meio à malha urbana, não sendo possível apenas por imagem de satélite comprovar a hipótese de que naquela região se localizava a nascente principal. Em consulta a folha topográfica SG.21-X-D-V-2 MI – 2846/2 (DSG), observou-se o mapeamento da continuação do canal até a área de estudo.

Nesse campo realizou-se o reconhecimento do trecho do rio que tem início nas cabeceiras localizadas no bairro Portal da Foz, tendo sido realizado um voo com VANT DJI Phantom 3 Advanced para a captação de imagens e vídeos desse trecho, além da coleta de coordenadas em campo utilizando um GNSS Garmin GNSSMAP 76CSx *Waterproof Hiking*. Foram obtidas as seguintes coordenadas:

**Quadro 4 – Pontos GNSS 6 de maio de 2017**

LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE	ELEVAÇÃO	DATA/HORA
Av. Mario Filho	25°30'38.2"S	54°32'41.4"W	212.81591796875	06-MAI-17 2:43:19PM

<sup>10</sup> *Real-time Kinematic*, ou, receptor cinemático em tempo real, que auxilia os aparelhos GNSS na precisão das coordenadas, sobretudo em levantamentos de campo que necessitam de coordenadas com alta precisão.

<b>Baixada do rio Poti – rua Paris</b>	25°30'47.5"S	54°32'43.4"W	161.626220703125	06-MAI-17 11:12:15AM
<b>Ponto de pilotagem cabeceira leste</b>	25°30'20.7"S	54°32'11.3"W	211.8546142578125	06-MAI-17 12:32:04PM
<b>Entrada nasc. Rio Boicy</b>	25°30'22.1"S	54°32'14.2"W	231.8017578125	06-MAI-17 12:59:43PM
<b>Interior do conjunto de nascentes</b>	25°30'21.2"S	54°32'14.1"W	224.3516845703125	06-MAI-17 1:38:10PM

Fonte: o autor, 2017

Na figura a seguir pode ser observada uma das áreas onde encontram-se as nascentes que compõem a cabeceira leste do rio M'Boicy no bairro Portal da Foz:

**Figura 13 – Área imediata de nascentes norte da cabeceira leste**



Fonte: o autor, 2019

No terreno acima mostrado, as nascentes se encontram no interior da



mata restante. Por meio de uma reportagem de 10/08/2013<sup>11</sup>, soube-se que trata-se de uma área onde seria construída um condomínio. Em campo, percebe-se que a área foi terraplanada, além de existir um “poção” cercado com rochas, provavelmente aberto com escavadeira, além de espécies vegetais comuns em áreas degradadas como a leucena e a imbaúba.

Ainda na área da cabeceira leste, foi identificado outro terreno na proximidade do apresentado na figura acima onde contou-se pelo menos 4 olhos d’água. Desse conjunto de nascentes, o afluente segue paralelo a Avenida Colibri até encontrar o leito principal próximo a Avenida Mário Filho. A área descrita pode ser observada em primeiro plano na fotografia a seguir, e em segundo plano, o terreno acima descrito:

**Figura 14**– Área imediata de nascentes da cabeceira leste. Fotografia feita com VANT



Fonte: O autor, 2019

11 A referida reportagem pode ser acessada pelo seguinte link:  
<http://g1.globo.com/pr/parana/paranaty-2edicao/videos/t/foz-do-iguacu/v/a-construcao-de-um-conjunto-habitacional-perto-de-um-corrego-preocupa-moradores/2750035/>

Nesse terreno foi identificado também a canalização do leito do rio imediatamente após as nascentes, que pode ser observada na seguinte fotografia:

**Fotografia 3** – Início da canalização do afluente do rio M'Boicy na rua Martim-Pescador



Fonte: O autor, 2019

No trabalho de campo realizado no dia 30 de março de 2019, foi feito o reconhecimento dessa área, localizada nas proximidades das ruas Martim-Pescador, Assum Preto e avenida Sabiá, realizando-se o registro fotográfico de pelo menos 4 olhos d'água no interior dessa área sob as coordenadas 25°30'25.2"S, 54°32'05.1"W.

No dia 5 de maio de 2019, foi realizado outro trabalho de campo, iniciando pela cabeceira leste do rio M'boicy, descrita sob as coordenadas dos campos realizados nos dias 6 de maio de 2017 e 30 de março de 2019, seguindo pela extensão do rio até o exutório. Conheceu-se a confluência dos canais que seguem desde as cabeceiras norte e leste, próximo à avenida Mario Filho, proximidades do hotel Recanto Cataratas sob coordenadas 25°30'47.6"S, 54°32'42.9"W; conheceu-se um trecho na rua Rui Barbosa, nas proximidades da avenida República Argentina sob coordenadas 25°32'19.8"S, 54°34'11.3"W. Verificou-se a situação do meandro localizado na baixada do bairro Boicy,

próximo ao supermercado Muffato, onde foi possível observar obras de canalização daquele trecho, conhecido por severas inundações quando ocorrem chuvas mais fortes, localizado na rua Edmundo de Barros, coordenadas  $25^{\circ}32'42.2''\text{S}$ ,  $54^{\circ}34'43.4''\text{W}$ ; e por fim, conheceu-se a região do exutório sob coordenadas  $25^{\circ}33'18.1''\text{S}$ ,  $54^{\circ}35'24.7''\text{W}$ , não tendo sido possível chegar à foz desse rio por conta do horário já avançado. Nesse campo foi realizado o registro fotográfico e utilizou-se também o VANT DJI Phantom 3 Advanced.

**Figura 15** – Canalização de trecho do rio M'Boicy próximo ao supermercado Muffato Boicy.



Fonte: O autor, 2019

**Fotografia 4** – Foz do rio M'Boicy, próximo a região central de Foz do Iguaçu

Fonte: o autor, 2019

#### 4.1.2 Cabeceira Norte

No trabalho de campo realizado no dia 13 de março de 2018, foi possível observar a situação de algumas nascentes na área identificada como cabeceira norte do rio M'Boicy. Foi feito o registro fotográfico de nascentes e do canal desse rio antes da rua Antônio Salazar sob coordenadas  $25^{\circ}30'21.6''S$ ,  $54^{\circ}32'52.0''W$ . Na rua Engenho Novo observou-se a situação de um conjunto de nascentes que se encontram em um terreno baldio sob coordenadas  $25^{\circ}30'05.0''S$ ,  $54^{\circ}32'43.7''W$ . Nesse terreno foi possível perceber a água minando em meio a resíduos sólidos que flutuam num poção formado por essa nascente, além de ser possível observar a interferência no terreno, provavelmente por escavadeira, deixando exposta essa área.

Além daquele ponto, observou-se a situação do canal principal que segue desde a área delimitada para esse trabalho como “imediate norte”, que é a principal, sob coordenadas  $25^{\circ}30'10.4''S$ ,  $54^{\circ}32'54.4''W$ . Não adentrou-se ao ponto das nascentes por se tratar de uma ocupação irregular. O referido canal pode ser observado na fotografia a seguir:

**Fotografia 5 – Canal principal do rio M'boicy a partir da avenida Araucária**

Fonte: o autor, 2018

Na fotografia acima percebe-se a ausência de mata ciliar junto ao leito do rio. Em relação a Áreas de Preservação Permanente em zona rural ou urbana, está previsto no o Art. 4º, Capítulo II, Seção I, item I, letra “a” da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

Essas definições não são observadas em campo, seja pela descaracterização das áreas marginais do leito principal do rio M’Boicy nas proximidades da cabeceira norte, seja pela canalização de trechos do leito ainda nessa região.

Com relação ao entorno das nascentes, a referida lei, no item IV da Seção I define:

- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

A partir do aerolevanteamento, foi realizado o mapeamento das nascentes e do leito com *buffer* de 50 metros a partir das nascentes e de 30 a partir dos canais conforme pode ser observado no mapa a seguir:

**Mapa 2 – Buffer para a Área de Proteção Permanente na cabeceira norte do rio M'Boicy**



Fonte: o autor, 2019

Fica evidente uma variedade de situações que contribuem para a

degradação da cabeceira norte, pois desde o conjunto de nascentes de onde parte o leito principal, moradias se encontram dentro da área de proteção definida por lei, além da ausência de mata ciliar no percurso do rio, que alguns metros depois encontra outros afluentes canalizados provenientes de nascentes próximas.

Ainda na zona da cabeceira norte, existe uma área de nascentes em um terreno baldio, onde é possível encontrar em alguns olhos d'água lixo e outros resíduos, como pode ser observado na fotografia a seguir:

**Fotografia 6 – Nascente na rua Engenho Novo**



Fonte: O autor, 2018

Existem ainda outras duas áreas de nascentes que encontram-se dentro de propriedades privadas, sendo uma identificada como criadouro de peixes, e outra identificada como “Recanto Triângulo Mineiro: Nascente e Manancial do rio M'Boicy”.

**Figura 16** – Pórtico do Recanto Triângulo Mineiro, na rua Guariba



Fonte: Google Street View, 2019

**Figura 17** – Vista das áreas de nascente no interior de propriedades



Fonte: O autor, 2019



Em contato com a Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, obteve-se informações referentes ações tomadas em relação a recuperação dos rios e áreas degradadas adjacentes. Uma dessas ações é o programa “Reinventando Foz”, que visa *“implementar ações voltadas a restauração e renaturalização do Rio M’Boicy, Arroio Ouro Verde e Arroio Monjolo, atrelando-se a atividades de incentivo social e econômico em componentes que visam o saneamento básico, a mobilidade sustentável, o desenvolvimento urbano e turístico do município”*. Esse programa tem em seu escopo ações de fiscalização ao longo do perímetro dos rios, mapeamento e cancelando os pontos de despejo de esgoto clandestino, dando início ao replanejamento do sistema de esgotamento sanitário, atrelado ao manejo de resíduos sólidos e a implantação dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. (Planejamento, 2018).

O projeto em questão está em vias de implantação e tem um investimento previsto de \$33.200.000,00 por parte da Agência Francesa de Desenvolvimento e prevê também a implantação do Parque Linear M’boicy e da integração desse parque linear com outro parque na foz do rio Monjolo através da barranca do rio Paraná.

A implantação do parque linear visa operações urbanas consorciadas para a requalificação paisagística de trechos do rio. O trecho 9 desse projeto, nomeado como “Origem” contempla uma área de aproximadamente 464 mil m<sup>2</sup> na região da confluência do trecho popularmente chamado de rio Poty (leito principal proveniente da cabeceira norte) e o trecho que é descrito pelo projeto como “trecho da nascente”, reconhecido no trabalho de campo como trecho da microbacia da cabeceira leste.

A partir de constatações em campo, observou-se que o canal proveniente da cabeceira norte apresenta largura maior que o proveniente da cabeceira leste. Quanto a classificação do comprimento do rio principal, Christofetti (1980) indica que um dos critérios para essa definição é em cada confluência, a partir da desembocadura, optar pelo ligamento de maior magnitude, portanto, o trecho proveniente da cabeceira norte.

Verificou-se que esse é o último trecho previsto nos planos de revitalização tanto no projeto Reinventando Foz quanto no projeto do Parque Linear M’Boicy, ficando evidente que a cabeceira norte não está contemplada nos planos de revitalização da bacia hidrográfica.

No presente momento, devido ao estágio de urbanização da cabeceira norte e a degradação das áreas de nascente, entende-se que é de suma importância que

sejam tomadas ações de recuperação da área em questão, pois de pouco valerão os esforços de criação do parque linear e do enfeitamento das margens do rio M'Boicy se seu principal conjunto de nascentes continuam degradados, afetando a extensão do rio em sua totalidade.

Ainda sobre a questão da cabeceira norte não estar contemplada nos planos de revitalização, certificou-se dessa informação de acordo com um levantamento realizado pelo Instituto de Habitação de Foz do Iguaçu FOZHABITA, que cadastrou moradias irregulares desde o bairro Portal da Foz, local da cabeceira leste, até a região central, local do exutório, portanto, não havendo registros de moradias irregulares cadastradas na cabeceira norte.

Em novo contato com a Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, soube-se que está em andamento um projeto que visa a resolução de problemas de drenagem daquela área.

Sobre a coleta seletiva, ação que numa bacia hidrográfica evitaria a disposição irregular de resíduos sólidos como observado na fotografia 4, em contato com a Secretaria municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu tomou-se conhecimento do Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis ou Reutilizáveis, que tem como objetivo formalizar a coleta seletiva em Foz do Iguaçu, pois, de acordo com o projeto:

Os serviços de limpeza pública, dentre os quais se destacam a coleta seletiva, no município de Foz do Iguaçu são realizadas de maneira informal, impossibilitando a gestão do PMGRS, o presente termo de colaboração com a OSC vem para legalizar, organizar e custear a coleta seletiva em 4 regiões do município. A participação dos catadores é importante devido ao trabalho realizado desde o fechamento do lixão municipal. Que merecidamente, devem ser considerados verdadeiros agentes ambientais, pois suas ações têm evitado o aumento do volume de lixo depositado no aterro.

Nesse sentido, segundo o projeto, será investido R\$ 2.815.000,00 entre abril de 2018 e abril de 2020, atendendo áreas do município como Parque Imperatriz, KLP e Itaipu A (proximidades da área de estudo) (Foz do Iguaçu, 2018).

Por meio dos dados levantados, dos registros e dos resultados apresentados na presente pesquisa, ficam evidentes os desequilíbrios causados ao corpo hídrico, sobretudo, pela ocupação de áreas sensíveis à bacia hidrográfica, como no caso da cabeceira norte do rio M'Boicy.

A bacia hidrográfica é uma interface entre o sistema antrópico e o sistema

fluvial, e quando a urbanização ocorre de forma descontrolada, causa nesse sistema um desequilíbrio. No sistema aberto, os elementos interagem sob o mecanismo de fluxo de massa e energia, e qualquer estimulação em qualquer elemento do sistema afetará os demais elementos devido ao intercâmbio entre eles. Portanto haverá sempre uma relação de causa e efeito entre os diferentes componentes do sistema. O sistema reagirá sempre globalmente a qualquer estímulo produzido em qualquer unidade. Nesse sentido, as paisagens e as bacias de drenagem são consideradas como sistemas abertos (Mamede, 2001).

O desequilíbrio pode ser percebido em diversas situações, dentre elas, a inundação de áreas que naturalmente seriam áreas de várzea, como na figura 15, onde se observa trechos de canalização e retificação do leito, e na poluição das águas percebida nas cachoeiras.

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DE GEOFORMAS NA TRÍPLICE FRONTEIRA

O rio M'Boicy, antes de alcançar sua foz, tem em seu percurso um conjunto de corredeiras, geformas fluviais muito comuns na paisagem local, sendo facilmente encontradas em quase todos os afluentes do rio Paraná, que estão a jusante da hidrelétrica de Itaipu; e dos afluentes do rio Iguaçu que estão a jusante das Cataratas do Iguaçu. Isso se dá devido à diferença entre o nível de base desses afluentes em relação ao dos grandes rios principais.

O presente trabalho traz ainda como resultados sua contribuição na inventariação de geformas na tríplice fronteira, sendo esse um primeiro passo para estratégias de Geoconservação. De acordo com Brilha (2005), tais estratégias consistem na caracterização de uma metodologia de trabalho que visa sistematizar as tarefas no âmbito da conservação do Patrimônio Geológico de uma dada área, nesse caso, a região trinacional. O autor define ainda que essas tarefas devem ser agrupadas nas seguintes etapas sequenciais: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e, por fim, monitorização.

Conforme a metodologia proposta por Brilha (2005), nessa etapa de inventariação iniciou-se o registro fotográfico de geformas. Visitou-se algumas das principais cachoeiras localizadas no município de Foz do Iguaçu, como a cachoeira do rio Monjolo, que está localizada na margem esquerda do rio Paraná, na região central.

Constatou-se que é um local de difícil acesso, pois para isso, é

necessário percorrer uma trilha relativamente íngreme, onde não existem estruturas de proteção. Além dessas dificuldades, é perceptível o odor fétido proveniente do esgoto que jorra pela cachoeira, e a presença de lixo próximo às margens, o que a torna um local desagradável. Na figura a seguir, fica evidente o grande potencial geoturístico e contemplativo dessa geoforma:

**Figura 18** – Cachoeira do rio Monjolo, Centro de Foz do Iguaçu

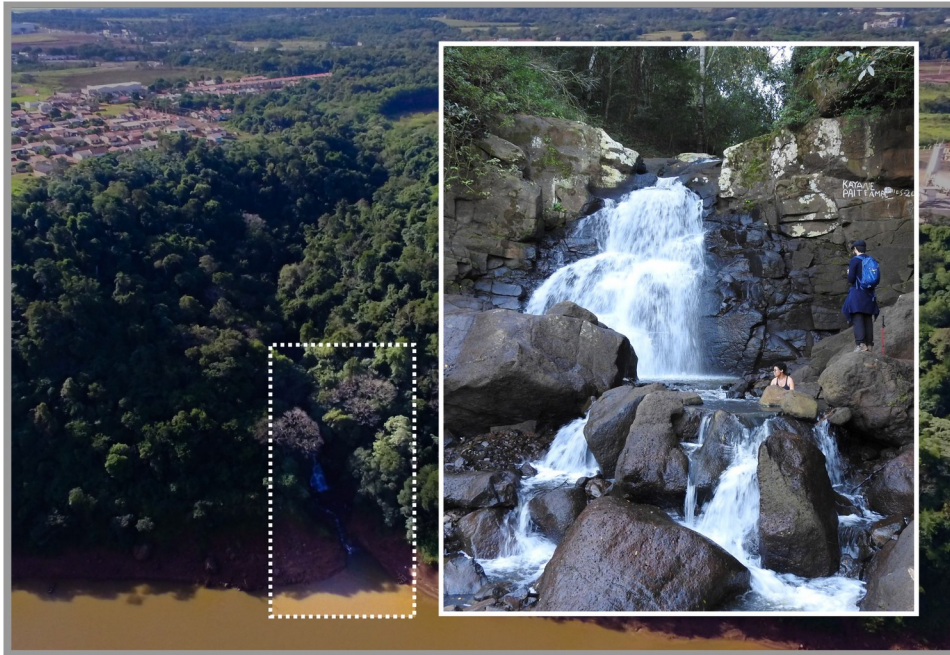


Fonte: O autor, 2019

Além dessa, o potencial geoturístico fica evidente em outras cachoeiras que já fazem parte de um circuito de lazer por uma parcela da população, sendo possível também percorrer diversas trilhas em suas imediações. Também foi observado o aproveitamento turístico por parte de empresas que exploram o circuito de cachoeiras e promovem atividades como o rapel, trilhas e banho voltadas para turistas.

Na figura a seguir é possível observar a proximidade entre a cachoeira do rio Carimã e o bairro Carimã, região sul do município. Nesse rio, assim como nos rios Tamanduá e Almada existem sequências de corredeiras além de outras cachoeiras antes da foz. Essa cachoeira deságua diretamente no rio Iguaçu, podendo estar em certas épocas do ano submersa e inacessível durante as cheias desse rio:

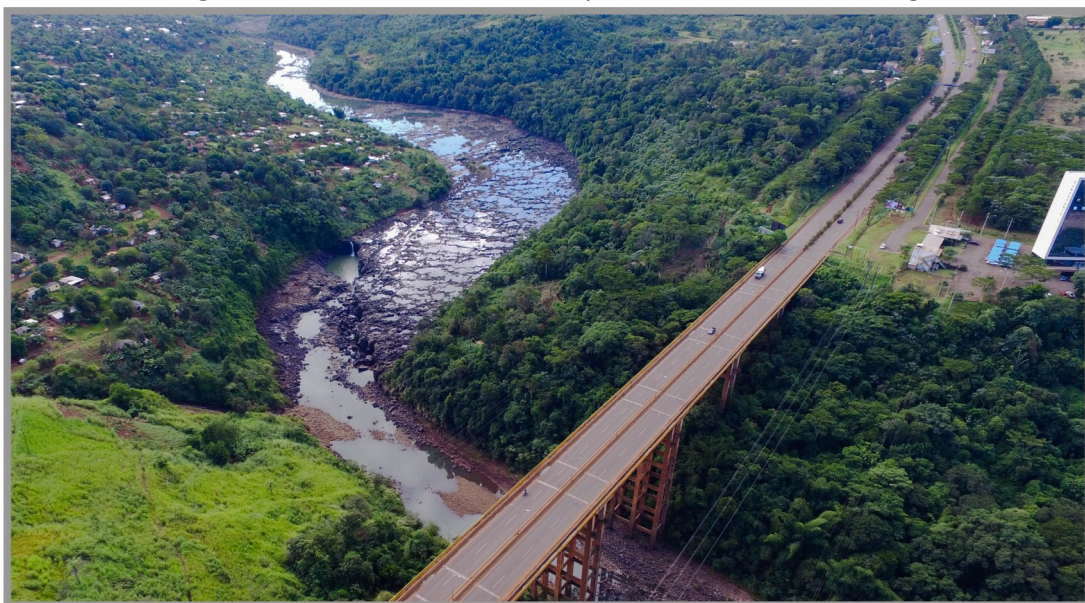
**Figura 19** – Cachoeira do rio Carimã, bairro Carimã, Foz do Iguaçu



Fonte: O autor, 2019

Na margem direita do rio Paraná, em território paraguaio, foi verificada a existência de expressivas geoformas fluviais como o salto do rio Acaray, entre Ciudad del Este e Hernandárias, e o Salto Monday, na cidade de Presidente Franco. Tais geoformas também estão esculpidas no Grupo Serra Geral, que no Paraguai recebe o nome de Suite Magmática Alto Paraná, podendo ser observadas nas fotografias a seguir:

**Fotografia 7** – Salto do rio Acaray. Ciudad del Este, Paraguai



Fonte: O autor, 2017

**Fotografia 8** —Salto Monday em Presidente Franco, Paraguai



Fonte: o autor, 2018

Ao analisar o Geoturismo, Moreira (2008) explica que essa é uma nova modalidade de turismo praticado em áreas naturais, contando com a aprovação da UNESCO, sendo específica em suas potencialidades e objetivos. A autora ressalta que se comparado ao ecoturismo que também se dá em áreas de patrimônio natural, o geoturismo tem como diferencial o foco na geodiversidade. Assim, de acordo com Hose (2000), o geoturismo é a disponibilização de serviços e meios interpretativos que promovem o valor e os benefícios sociais de lugares com atrativos geológicos e geomorfológicos, assegurando sua conservação (apud Moreira, 2008).

A conservação e gestão do patrimônio geológico constitui uma tarefa de interesse da humanidade, uma vez que os geossítios guardam informação importante sobre a evolução do planeta Terra, sendo ilustrativos de características, eventos ou processos relevantes da história do planeta (Pereira *et al*, 2008). Esse autor, ao discutir o enquadramento da Geoconservação na Legislação Ambiental brasileira afirma que é possível a proteção desses locais, se consideradas as unidades de conservação estabelecidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), porém, a maioria das Unidades de Conservação no Brasil estão centradas na proteção da biodiversidade, verificando-se uma grande negligência com os aspectos associados aos

elementos abióticos do meio natural.

Ainda sobre a questão legal, Pereira *et al* (2008) cita a Lei Federal 9.985, de 18 de Julho de 2000, que institui o SNUC, e que propõe dois grandes grupos de Unidades de Conservação que são as Unidades de Proteção integral e as Unidades de Uso Sustentável. As cachoeiras identificadas se enquadrariam como uma Área de Proteção Ambiental, do grupo Unidades de Uso Sustentável, que geralmente são áreas extensas, com certo grau de ocupação humana, com atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. O autor ressalta ainda que essa unidade pode ser criada sob jurisdição municipal, estadual ou federal.

Fica evidente que na tríplice fronteira, a paisagem tem potencial para trabalhos de educação ambiental e para atividades de lazer, o que favorece a popularização das cachoeiras como locais de descanso, diversão e contemplação.

**Fotografia 9** – Aproveitamento turístico e realização de rapel na cachoeira “da Helisul”, em Foz do Iguaçu:



Fonte: O autor, 2018

Almeja-se, a partir dessas constatações, uma nova possibilidade para a mitigação da poluição hídrica, já que a maioria dos rios cruzados pela malha urbana tem em seus cursos cachoeiras, fato verificado também em território paraguaio e argentino.

Os impactos negativos nas bacias hidrográficas municipais refletem a

jusante, no exutório, e nos rios subsequentes, e, como pode ser observado na cachoeira do rio Monjolo, a poluição hídrica e a dificuldade de acesso acabam por torná-la um local inapropriado e pouco frequentado, visto que essa cachoeira está localizada no centro de cidade turística que tem como seu maior símbolo as Cataratas do Iguaçu, resultantes do mesmo fenômeno de esculturação. Vê-se então, numa perspectiva de Geoconservação, e, por meio do geoturismo, uma oportunidade para a promoção de geossítios na região da tríplice fronteira, “reintegrando” áreas degradadas e recuperando os corpos hídricos, abundantes nas terras de M’Boi.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente TCC é apenas uma etapa da pesquisa iniciada em 2015. Pretende-se a partir dos resultados e materiais gerados nessa etapa o aprofundamento dos conhecimentos relacionados ao problema de poluição de corpos hídricos na cidade de Foz do Iguaçu, e na região imediata da tríplice fronteira, que inclui Ciudad del Este, capital do Departamento de Alto Paraná no Paraguai, e Puerto Iguazú, cidade turística fronteiriça do extremo norte da Província de Misiones, Argentina, que têm em comum a poluição de seus rios urbanos, ou na língua local, "*arroyos*". Conforme descrito, em trabalhos realizados em campo, observou-se além do despejo de esgoto irregular, resíduos sólidos, em sua maioria, plásticos, o que evidencia uma falha na política de coleta e reciclagem, ou mesmo, falta de consciência em relação a consequência desses atos por parte da população.

Percebendo a falta de informações relacionadas a cabeceira norte do rio M'Boicy e a urgência de se realizar sua recuperação, pretende-se que os dados e produtos cartográficos aqui apresentados sirvam de arcabouço técnico para uso em ações de educação ambiental e de planejamento urbano, ajudando a recuperar rios urbanos da tríplice fronteira e de outras cidades latinoamericanas que compartilhem do mesmo problema, que é comum, porém não deve ser encarado como normalidade.

O aerolevanteamento testado na cabeceira norte do rio M'Boicy debruçou-se sobre uma questão de planejamento urbano e recuperação de corpos hídricos, porém, esse método prova-se adequado para a aplicação na etapa de inventariação de geofomas. Desse aerolevanteamento, gerou-se produtos cartográficos como o ortomosaico de alta resolução espacial, além de um modelo tridimensional e georreferenciado da área que pode ser utilizado em softwares como Autocad para a simulação de obras, e outras possibilidades como a avaliação de geofomas nas etapas de inventariação, quantificação e classificação.

Quanto à acurácia de coordenadas e medidas, é necessário um estudo mais aprofundado com materiais de alta precisão, como um VANT de asas fixas, que tem maior autonomia e maior capacidade de cobertura de área, e possibilitaria inclusive o mapeamento de toda a extensão da bacia hidrográfica do rio M'Boicy; uso de estações totais para a delimitação exata dos limites da bacia hidrográfica e do cruzamento de dados obtidos por topografia convencional e de VANT, além da utilização de pontos de controle marcados com RTK, o que possibilita a exatidão das coordenadas e ao final, um

produto cartográfico com informações precisas e exatas.

Ainda em relação ao uso do VANT, recomenda-se o uso dessa tecnologia para pequenas áreas que requeiram alto detalhamento, pois é possível gerar produtos cartográficos de alta resolução. Porém, deve-se atentar para limitações características de alguns modelos de VANT, como o DJI Phantom 3 Advanced utilizado nessa pesquisa. Por se tratar de um quadricóptero, o aparelho apresenta limitações como a relação entre o tamanho da área a ser imageada e gasto da carga da bateria, ou a relação de número de baterias x área a ser imageada. Existem também limitações relacionadas a fatores de ordem climática, ao alcance do sinal do controle remoto, que pode ser interrompido caso o controlador não esteja em uma região elevada e existam construções ou vegetação que o interrompa; porém, é importante ressaltar as vantagens em relação ao aerolevante tradicional, pois mesmo com um VANT de pequeno alcance, os custos são reduzidos em relação a compra de imagens de satélite para verificação de pequenas áreas, à aeronave tripulada com complexos equipamentos embarcados, às adversidades do tempo atmosférico e ao tempo de execução, coleta e processamento dos dados por partes dos operadores.

Os produtos cartográficos obtidos nesse presente TCC atenderam as expectativas, possibilitando a melhor explicação em relação aos aspectos observados em campo e posteriormente mapeados. Pretende-se esses materiais sirvam de arcabouço para o planejamento urbano por parte do poder público, para a educação ambiental e para a promoção da região trinacional como possível Geoparque transnacional.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, Francisco Amarilla. As belezas escondidas de Foz: As cachoeiras. Foz do Iguaçu, 2016.

BRASIL. Ministério do Exército – DSG. Folha Foz do Iguaçu SG.21-X-D-V-2 MI – 2846/2.

BRILHA, José. Patrimônio Geológico e Geoconservação. A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga. 2005.

BRITO, José Maria de. Descoberta de Foz do Iguaçu e fundação da Colônia Militar. Travessa dos Editores, 1ª Ed. Curitiba, 2005.

BRITO, Jorge Luís Nunes e Silva. Fotogrametria digital – Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia – São Paulo: Blucher, 1980.

DANTAS DUARTE, Daniel. Cursos d'água das terras de M'Boi. Geoturismo, Geodiversidade e cachoeiras da tríplice fronteira entre Argentina, Brasil e Paraguai. Pôster de Iniciação Científica apresentado no V Encontro Anual de Iniciação Científica e I Encontro Anual de Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, EICTI. UNILA.

DREW, David. Processos Interativos Homem – Meio Ambiente. 4ª Ed – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Iniciação em sensoriamento remoto. 3. ed. ampl. E atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FITZ, Paulo Roberto. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FOZ DO IGUAÇU. Dados Socioeconômicos de Foz Do Iguaçu 2011. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu – Secretaria Municipal da Administração/Departamento de Informações Institucionais.

FOZ DO IGUAÇU. Chamamento Público:\_001/2018, Publicado (a) No Diário Oficial Nº 3.254 De 15 De Janeiro De 2018. (dispõe Sobre A Coleta Seletiva)

FOZ DO IGUAÇU. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado Sustentável 2016 – Vol. 1: Análise Temática Integrada.

GUERRA, Antonio Teixeira. Dicionário geológico-geomorfológico – 8. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p.: il.

GUERRA, Antonio José Teixeira, CUNHA, Sandra Baptista da (org). Geomorfologia e Meio Ambiente - 11ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 396 p.

LACOSTE, Yves. A pesquisa e o trabalho de campo: Um problema político para os pesquisadores, estudantes e cidadãos. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo-SP n. 84 (2006).

MAACK, Reinhard. Geografia Física do Estado do Paraná. 4.ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.

MAMEDE, Lindinalva. Geomorfologia: Abordagem sistêmica em uma microbacia. Geografares, Vitória, v. 1, nº 1, jun. 2000.

MANSUR, Kátia Leite. Patrimônio Geológico, Geoturismo e Geoconservação: Uma abordagem da Geodiversidade pela vertente geológica. In Geoturismo, geodiversidade e Geoconservação: abordagens geológicas e geomorfológicas. Org. Antônio José Teixeira Guerra, Maria do Carmo Oliveira Jorge. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

MELLO, Carolaine Coutinho de et al. Balneabilidade das principais cachoeiras de Foz do Iguaçu – PR. Faculdade União das Américas UNIAMÉRICA, 2017.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. (Organizadores). Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. 2012.

MINEROPAR. Atlas geomorfológico do Estado do Paraná Escala 1:250.000 modelos reduzidos Minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 63 p.; il.

MOREIRA, Jasmine Cardozo. Geoturismo e interpretação ambiental. Editora UEPG, 2011.

NASCIMENTO, Marcos A. L. do; Úrsula A. Ruchkys, Virginio Mantesso-Neto. Geodiversidade, Geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico – 2008.

PEREIRA, Ricardo Fraga *et al.* Proposta de enquadramento da Geoconservação na legislação ambiental brasileira. Memórias e Notícias, n.-3 (Nova Série), 2008.

PEREIRA, Paulo *et al.* Património Geomorfológico: Da actualidade internacional do tema ao caso português, 2004.

PEREIRA, Paulo Jorge da Silva. Património Geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese de Doutoramento em Geociências. Universidade do Minho, 2006.

PLANEJAMENTO. Resumo Carta Consulta Nº 60520, apresentada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 24/04/2018.

PIMENTEL, Maurício Ragagnin. Cataratas do Iguaçu: experiências e registros de uma paisagem turística. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

LEI COMPLEMENTAR Nº303, de 20 de dezembro de 2018. Diário Oficial do Município nº 3.496 de 21 de dezembro de 2018.

LONGHITANO, George Alfredo. VANTS para Sensoriamento Remoto: Aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. São Paulo, 2010.

PALERMO, Rodrigo de Avila; LEITE, Taís Correia. Integração de levantamento

fotogramétrico aéreo com o uso de vant e levantamento fotogramétrico terrestre para o mapeamento tridimensional das ruínas de São Miguel das Missões. Monografia ao Curso de Engenharia Cartográfica do Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 Publicada no DOU nº 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. Introdução à Geomorfologia. Fillipe Tamiozzo Pereira Torres, Roberto Marques Neto e Sebastião de Oliveira Menezes. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p.

TUCCI, Carlos.E.M.; COLLISCHONN, Walter. Drenagem urbana e controle de erosão. Simpósio Nacional de Controle da Erosão. UFRGS, 1998.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação / organizado por Carlos E. M. Tucci. - 2. ed.: 2. reimpr. - Porto Alegre: Ed. UniversidadeUFRGS: ABRH. 2001.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. RBRB – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, 5-27.

## **POR SITE**

IBGE. População de Foz do Iguaçu. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama> > Acesso em 3mai2019

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Disponível em:

<<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=12> > Acesso em 28abr2019.

JUSANTE: O caminho das águas. Documentário. Disponível em:

<[https://www.youtube.com/watch?v=9V\\_UjAcVUNo&t=345s](https://www.youtube.com/watch?v=9V_UjAcVUNo&t=345s) > Acesso em 9 jun 2019.

Parque Nacional do Iguaçu. Disponível em:

<<http://www.icmbio.gov.br/parnaguacu/>> Acesso em 15 jan 2019.

REPORTAGEM sobre área onde seria construído um condomínio no Portal da Foz. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/pr/parana/paranav-2edicao/videos/t/foz-do-iguacu/v/a-construcao-de-um-conjunto-habitacional-perto-de-um-corrego-preocupa-moradores/2750035/>>

Acesso em 23mai19.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>> Acesso em 2mai19.

SIGEP. Glossário Geológico Ilustrado. Unidade litoestratigráfica. Disponível em:

<[http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/unidade\\_litoestratigrafica.htm](http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/unidade_litoestratigrafica.htm)> Acesso em 20 ago 2019.

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em:

<[https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao\\_srtm.html](https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_srtm.html)>

Acesso em 15 nov. 2018.

Bloco diagrama do perfil do rio Iguaçu com os compartimentos geológicos. Disponível em

<<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=12>> Acesso em 30 jun 2019.

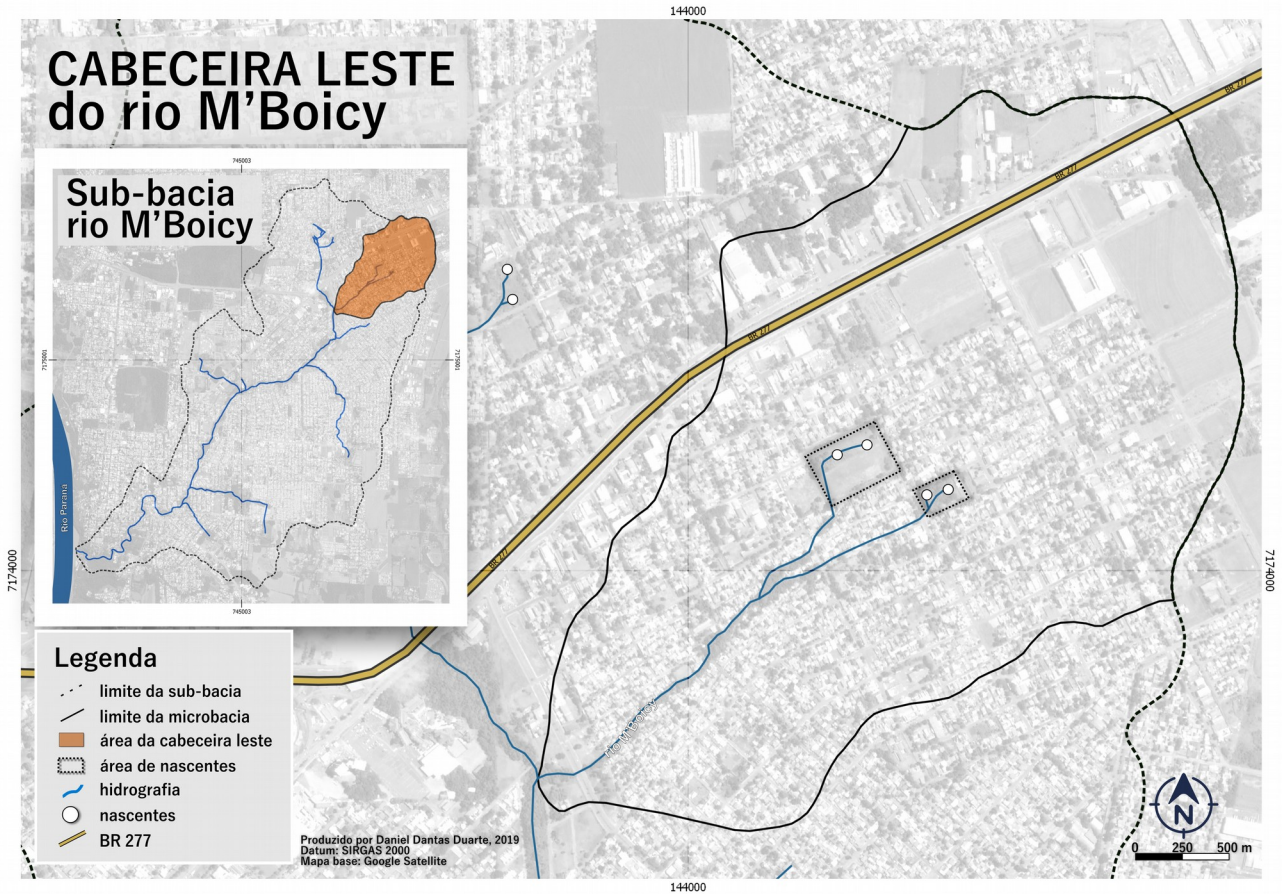
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – AEROLEVANTAMENTO DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY





## APÊNDICE B – MAPA DA CABECEIRA LESTE DO RIO M'BOICY



### APÊNDICE C – MAPA DA CABECEIRA NORTE DO RIO M'BOICY

