

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**JOÃO PAULO LACÔRTE BENVENUTI**

**OS CAMINHOS DAS ÁGUAS:  
UM ESTUDO SOBRE MUDANÇAS HIDRODINÂMICAS NO ENTORNO  
DA ESTRADA DA TERRA INDÍGENA GUARANI DO RIBEIRÃO  
SILVEIRA**



**SÃO PAULO**

**2019**



**JOÃO PAULO LACÔRTE BENVENUTI**

**OS CAMINHOS DAS ÁGUAS:  
UM ESTUDO SOBRE MUDANÇAS HIDRODINÂMICAS NO  
ENTORNO DA ESTRADA DA TERRA INDÍGENA GUARANI DO  
RIBEIRÃO SILVEIRA**

Trabalho de Graduação Individual apresentado ao  
Departamento de Geografia da Faculdade de  
Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da  
Universidade de São Paulo (USP) para obtenção  
do título de Bacharel em Geografia

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cleide Rodrigues

**SÃO PAULO  
2019**



## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 – Mapa com os Limites da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira e a estrada que atravessa a T.I.
- Figura 2 – Mapa da direção predominante dos cursos d’água em relação à estrada nas proximidades do Morro do Cedro
- Figura 3 – A estrada constantemente alagada
- Figura 4 – A estrada e o Morro do Cedro vistos de cima
- Figura 5 – A ocupação Guarani nas margens do Ribeirão Silveira em 1962
- Figura 6 – Fotografia de 1985 do portão da “Fazenda Água do Bento”
- Figura 7 – Fotografia de 1998 de área de uso e ocupação da população indígena reivindicada como de posse da Família Maricondi, que cercou o local e construiu porteiras
- Figura 8 – Mapa com os limites da terra indígena homologada em 1987
- Figura 9 – Imagem de satélite de 1984 em que se vê o desmatamento a apenas 100m do sopé da Serra do Mar
- Figura 10 – Imagem de Satélite do Condomínio Morada da Praia
- Figura 11 – Parte norte do Condomínio Morada da Praia em Fotografia aérea de 1994
- Figura 12 – Início da construção de um empreendimento imobiliário a apenas 500m da aldeia Guarani (1994)
- Figura 13 – Sistema de captação de água da Sabesp, localizado no Ribeirão Pedra Branca, dentro dos atuais limites da T.I
- Figura 14 – Mapa dos atuais limites da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira
- Figura 15 – Mapa topográfico da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira
- Figura 16 – Planície costeira composta por sucessivos alinhamentos de cordões litorâneos
- Figura 17 – Mapa de Unidades Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta
- Figura 18 – Mapa da área de levantamento de campo
- Figura 19 – Mapa Pedológico da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira
- Figura 20 – Mapa da Vegetação na parte oeste da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira
- Figura 21 – Pluviômetro E2-126 do DAEE (série histórica de 1970 a 1994)
- Figura 22 – Esquema representativo da área da secção transversal de um canal fluvial
- Figura 23 – Mapa da área de levantamento de campo
- Figura 24 – Mapa da área de levantamento de campo
- Figura 25 – Esboço morfológico da rede de drenagem original
- Figura 26 – Esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica

- Figura 27 – Fotografia do local de onde são retirados sedimentos para refazer o leito da estrada
- Figura 28 – Mapa das trilhas percorridas e pontos de cruzamento com cursos d'água
- Figura 29 – Mapa dos cursos d'água e áreas alagadas identificadas inicialmente na face oeste do Morro do Cedro
- Figura 30 – Mapa dos cursos d'água e áreas alagadas identificadas inicialmente na face sudoeste do Morro do Cedro
- Figura 31 – Mapa dos percursos para reconhecimento de áreas alagadas
- Figura 32 – Mapa com uma proposta de delimitação para áreas alagadas e áreas parcialmente alagadas na face oeste e sudoeste do Morro do Cedro
- Figura 33 – Mapa dos pontos de medição das áreas das secções transversais dos cursos d'água e dos canos construídos nos pontos de cruzamento com a estrada
- Figura 34 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº1)
- Figura 35 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº2)
- Figura 36 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº3)
- Figura 37 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº4)
- Figura 38 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº5)
- Figura 39 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº6)
- Figura 40 – Fotografia do ponto de medição (cano nº1)
- Figura 41 – Fotografia do ponto de medição (cano nº2)
- Figura 42 – Fotografia do ponto de medição (cano nº3)
- Figura 43 – Área alagada à montante da estrada
- Figura 44 – Área alagada à montante da estrada
- Figura 45 – Sedimentos finos ou muito finos à montante da estrada
- Figura 46 – Detalhe do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica (canal fluvial nº1)
- Figura 47 – Detalhe do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica (alteração do percurso original do canal fluvial nº6)
- Figura 48 – Alteração do percurso original do Rio Vermelho

## **LISTA DE GRÁFICOS**

- Gráfico 1 – Formato aproximado do canal fluvial nº1
- Gráfico 2 – Formato aproximado do canal fluvial nº2
- Gráfico 3 – Formato aproximado do canal fluvial nº3
- Gráfico 4 – Formato aproximado do canal fluvial nº4
- Gráfico 5 – Formato aproximado do canal fluvial nº5
- Gráfico 6 – Formato aproximado do canal fluvial nº6

## **LISTA DE QUADROS**

- Quadro 1 – Indicadores e instrumentais para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidro-geomorfológicos urbanizados



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. A TERRA INDÍGENA GUARANI DO RIBEIRÃO SILVEIRA.....	15
2.1 BREVE HISTÓRICO.....	15
2.2 DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	27
2.2.1 Geologia e hidrogeomorfologia.....	27
2.2.2 Solos.....	32
2.2.3 Vegetação.....	33
2.2.4 Clima.....	34
3. METODOLOGIA.....	37
3.1 BASES CONCEITUAIS.....	37
3.1.1 Geomorfologia.....	37
3.1.1.1 Compartimentação do relevo.....	37
3.1.1.2 Serra do Mar.....	38
3.1.1.3 Planície costeira de Bertioga.....	39
3.1.2 Hidrologia.....	40
3.1.2.1 O ciclo hidrológico.....	40
3.1.2.2 Chuvas (precipitação).....	40
3.1.2.3 Interceptação das chuvas pela vegetação.....	41
3.1.2.4 Infiltração de água no solo e águas subterrâneas.....	41
3.1.2.5 Escoamento de água no canal fluvial.....	42
3.1.2.6 Avaliações do impacto humano em sistemas hidro-geomorfológicos.....	45
3.2 PROCEDIMENTOS.....	48
3.2.1 Esboço morfológico da rede de drenagem original.....	50
3.2.2 Trabalho de Campo.....	52
3.2.3 Esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica.....	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
4.1 BREVE DESCRIÇÃO DA ESTRADA.....	56
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM E DE ÁREAS ALAGADAS.....	57
4.3 MEDIÇÕES DAS ÁREAS DAS SECÇÕES TRANSVERSAIS DOS CANAIS FLUVIAIS E CANOS DA FACE SUDOESTE DO MORRO DO CEDRO.....	61

4.4 HIDRODINÂMICA ANTROPOGÊNICA.....	71
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
6. REFERÊNCIAS.....	80

## 1. INTRODUÇÃO

O tema principal deste estudo é a dinâmica hídrica no entorno da estrada que atravessa a Terra Indígena (T.I.) Guarani do Ribeirão Silveira, localizada entre os municípios de Bertioga e São Sebastião, no litoral norte do estado de São Paulo.

Esta estrada de terra é perpendicular à Rodovia Rio-Santos e parte do bairro de Boracéia em direção à Serra do Mar. Possui aproximadamente 5 quilômetros de extensão e aproximadamente 5 metros de largura.

Figura 1 – Mapa com os Limites da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira e a estrada que atravessa a T.I.



Fonte: Esri Imagery Basemap e IBGE

Durante cinco visitas ao local nos anos de 2018 e 2019 foram observados aspectos do meio físico que chamaram a atenção para distúrbios na dinâmica hídrica das áreas próximas aos pontos de cruzamento entre a estrada e os cursos d'água.

A estrada foi integralmente construída através do aterro de sedimentos e encontra-se em média cerca de 50cm acima do nível de seu entorno.

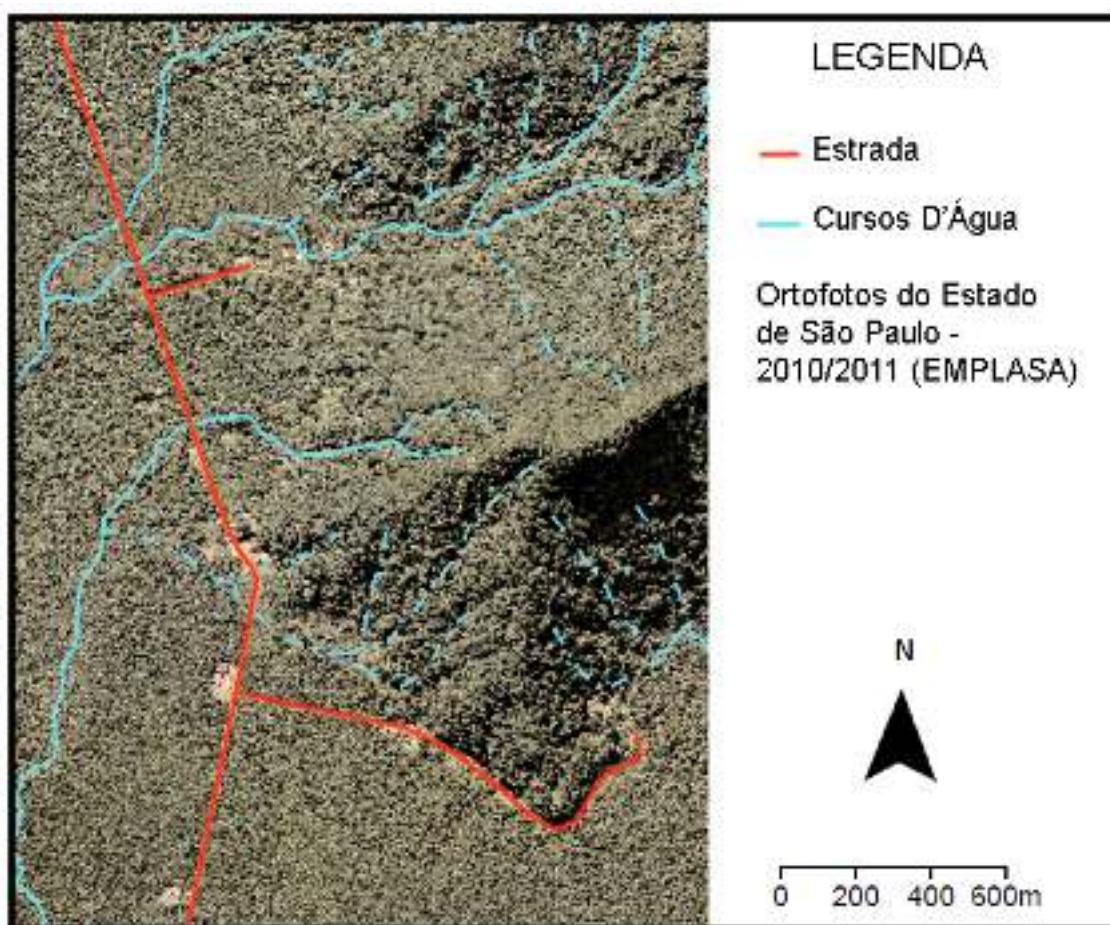
Em todas as visitas, inclusive durante os meses menos chuvosos (junho a agosto), o horizonte superior do leito da estrada e principalmente de seu entorno próximo, local onde reside a maioria da população local, encontrava-se saturado (alagado ou com poças de água). O afloramento do lençol freático no entorno da estrada inviabiliza o plantio nestas áreas e traz problemas de saneamento básico.

Em alguns trechos, foram observados fluxos superficiais de água corrente acompanhando paralelamente a estrada, à montante dela, até locais onde existem pontes, permitindo assim que o fluxo cruze a estrada e siga para jusante na direção de seu percurso original, indicando severa influência da estrada na posição original de alguns canais fluviais.

À montante da estrada e adjacente a ela observou-se uma área com cerca de 0,85 hectares (coordenadas 23°43'33.33"S ; 45°48'53.21"O) que apresenta solo em superfície permanentemente saturado (alagado) e vegetação que esteve em estágio sucessional avançado (árvore altas), indicando solo em superfície outrora não saturado e, portanto, uma situação de alagamento relativamente recente (não se trata de ocorrência natural de Floresta Paludosa ou Floresta Alta de Restinga Úmida).

Analizando as ortofotos da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) de 2010/2011 e a informação geográfica de hidrografia do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) de 2014, ambas disponíveis no site Datageo, verifica-se que a estrada é perpendicular à direção predominante dos cursos d'água da bacia de drenagem em que foi construída.

Figura 2 – Mapa da direção predominante dos cursos d’água em relação à estrada nas proximidades do Morro do Cedro



Fonte: Datageo

A partir de tais observações, formulou-se a hipótese de que a estrada se constitui como uma barreira física mal dimensionada e mal concebida para as características hidrodinâmicas locais, barrando o escoamento de canais fluviais e do escoamento superficial, aumentando a taxa de sedimentação à montante da estrada, elevando o nível do lençol freático e saturando o solo em superfície de seu entorno.

As terras indígenas são as unidades de conservação que mais conservam áreas florestadas (CRISOSTOMO et al., 2015). Para que possam se reproduzir física e culturalmente, é de suma importância que a população indígena da T.I. tenha condições de cultivar suas roças e habitar uma área com boas condições de saneamento básico.

Este estudo tem o objetivo de situar a estrada em seus contextos geográfico, hidromorfodinâmico e hidrológico, iniciando uma investigação sobre a validade da hipótese acima formulada.

Figura 3 – A estrada constantemente alagada



A estrada e as áreas em seu entorno ficam alagadas durante todo o ano.  
Fotografia de Alba Rodríguez Núñez. Data: 10/10/2019

Figura 4 – A estrada e o Morro do Cedro vistos de cima



Data: 08/2019

## **2. A TERRA INDÍGENA GUARANI DO RIBEIRÃO SILVEIRA**

### **2.1 BREVE HISTÓRICO**

A Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira localiza-se entre os municípios de Bertioga e São Sebastião, no litoral norte do Estado de São Paulo. Nela vivem cerca de 600 pessoas das etnias Guarani Mbyá e Guarani Nhandeva (Tupi Guarani), distribuídas entre cinco núcleos principais de habitação (Porteira, Centro, Silveira, Rio Pequeno e Cachoeira) (MACÁRIO, 2016).

Segundo diversas fontes, como por exemplo os arquivos do Centro de Trabalho Indigenista (CTI), o Relatório “Pela Ampliação da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira – Relatório de seus Moradores à FUNAI” (2007), o parecer técnico da antropóloga Valéria Macedo de 5 de Maio de 2009 em resposta à instrução executiva emitida pela DAF/FUNAI em 5 de Outubro de 2007 (2009) e relatos informais de moradores locais, os ascendentes de parte da população Guarani Mbyá e Guarani Nhandeva que hoje habita a T.I. Guarani do Ribeirão Silveira habitavam as regiões de Boissucanga, Juqueí, Barra do Una e Itariri, além do Rio Grande do Sul. Expulsos por conflitos com fazendeiros que se diziam proprietários das terras e em busca da “terra sem mal”, a população indígena se deslocou para a região atual, estabelecendo suas casas e roças nas margens do Ribeirão Silveira. Abaixo o relato de um morador da comunidade.

“Na época que vim pra cá, em 1946, já tinha aldeia no Silveira. Naquele tempo na aldeia ficou só o finado Gregório, que foi lá no Itariri buscar nós. Aí meu pai, finado Gumercindo, veio sozinho. Ele falou que aldeia tinha sido abandonada (...). Cacique de lá morreu e foi todo mundo embora. Meu pai veio e chamou nós. Disse que lá é um lugar bonito, não é que nem no Itariri que só tem morro e pedra, lá não tem pedra, só tem cana, banana, deixaram tudo ali. Aí veio todo mundo. [...]” (MACEDO, 2009, p. 6)

O livro “Os Índios da Serra do Mar”, escrito em 1988 por Maria Inês Ladeira e Gilberto Azanha, fundadores do Centro de Trabalho Indigenista (CTI), fala sobre a “aldeia do Silveira” nos anos 1940.

“A aldeia do Silveira, como é conhecida, foi durante os anos 40/50 a mais populosa das aldeias Guarani do litoral, abrigando a maior parte das famílias Mbyá vindas do sul do país e ainda famílias Nhandeva do litoral sul. A “mistura” entre os Mbyá e os remanescentes Nhandeva que hoje se verifica em algumas aldeias teve seu início nesta aldeia.

No final dos anos 30, o Mbyá Miguel migrou com seu grupo familiar do Rio Grande do Sul “para tentar alcançar o paraíso”, conforme diz sua filha, dona Aurora. Chegando ao litoral paulista, foram abrigados em Itariri pelo Nhandeva Silvino, antecessor de Antônio

Branco na liderança da aldeia de Itariri. No início dos anos 40, o ñanderu Miguel instala-se com seu grupo na aldeia do Rio Silveira." (LADEIRA, 1988, p. 38)

Na fotografia aérea "79423" do aerofotolevantamento do Estado de São Paulo realizado pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) em 1962 é possível avistar a habitação indígena às margens do Ribeirão Silveira.

Figura 5 – A habitação Guarani nas margens do Ribeirão Silveira em 1962 <sup>1</sup>



Fonte: Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC). Data: 1962

---

<sup>1</sup> Fotografia aérea obtida no Laboratório de Sensoriamento Remoto (LASERE) do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da Universidade de São Paulo (USP)

Segundo a tese de doutorado de Valéria Macedo “Nexos da Diferença – Cultura e Afecção em uma Aldeia Guarani na Serra do Mar” (MACEDO, 2009), além dos documentos já citados acima, a relação da população Guarani com os que se diziam donos de terras na região via de regra foi marcada por subjugação, expulsões e ameaças. Abaixo o relato de um morador da comunidade indígena extraído da tese mencionada acima.

“[...] O primeiro branco que incomodou foi João Martim. Chamaram polícia, veio florestal tocar nós. Aí fomos lá para Barra de Una, tocaram com tudo nossas coisas. Aí de noite, lá na dona Catarina, onde iam sempre fazer compra, deram vinte contos pro finado meu pai. Tocou nós e pagaram a passagem pro ônibus. (...) Aí chegou coronel Homero de São Paulo. (...) Dona Catarina já contou que os índios estavam tudo ali no sítio dele, na beira da Barra de Una. Aí coronel Homero chegou com baiano lá onde a gente estava, com espingarda, boquetão. Porque ele era o dono da terra. Chegou bem pertinho, aí gritou [...], porque já conhecia muito a gente. Mandou a gente voltar tudo pro Silveira. E voltamos tudo pra Silveira outra vez” (MACEDO, 2009, p. 6).

A construção da estrada Rio-Santos (BR-101), em meados de 1970, representou um marco para a região de Bertioga e São Sebastião, impulsionando um crescimento vertiginoso da população não indígena. Com a estrada também se intensificaram os conflitos por terra, à medida que a região foi se tornando cada vez mais disputada para construção de loteamentos e condomínios.

A partir do contato com antropólogos, principalmente do Centro de Trabalho Indigenista (CTI), a comunidade indígena do Ribeirão Silveira passou a contar com o apoio de advogados, que passaram a representa-la juridicamente em disputas judiciais com os que se diziam proprietários de terras na região.

Diversas ações judiciais comprovam uma longa disputa por terra entre os que reivindicavam a posse da “Fazenda Água do Bento” e a população Guarani do Ribeirão Silveira. O Filme “Karai – O Dono das Chamas”, dirigido por Inês Ladeira e Tião Maria retrata especificamente esta disputa (LADEIRA; MARIA, 1985).

Figura 6 – Fotografia de 1985 do portão da “Fazenda Água do Bento”



Os que se diziam proprietários da fazenda cercaram uma área que incluía a trilha utilizada como passagem dos Guarani entre a praia e a aldeia, nesta época localizada nas margens do Ribeirão Silveira. Fotografia gentilmente cedida pela antropóloga e fundadora do CTI, Maria Inês Ladeira. Data: 1985

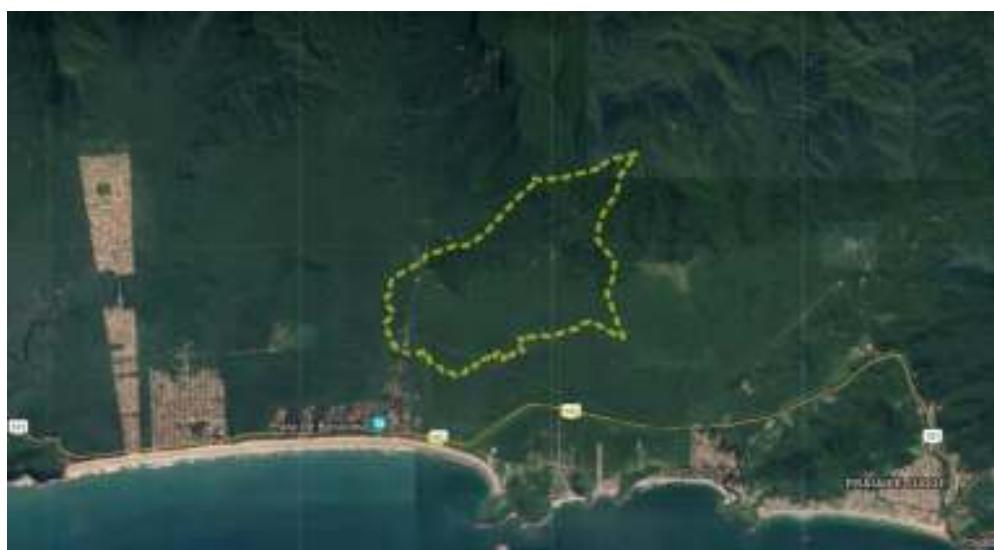
Figura 7 – Fotografia de 1998 de área de uso e ocupação da população indígena, reivindicada como de posse da Família Maricondi, que cercou o local e construiu porteiras



Fotografia cedida por Maria Inês Ladeira. Data: 1998

Reconhecendo a necessidade de legitimar a ocupação Guarani, a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) iniciou estudos antropológicos para identificação da área ocupada pelos indígenas em 1983, contabilizando 35 a 40 pessoas vivendo no local. Em 1987 a Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira foi homologada, com uma área de 950 hectares (MACEDO, 2008).

Figura 8 – Mapa com os limites da terra indígena homologada em 1987



Fonte: Mapa Guarani Digital

Os limites da T.I. homologada incluíam parte da estrada de terra, foco deste estudo. A estrada foi construída pelo Grupo Peralta (que se dizia proprietário de terras à oeste e norte dos limites homologados em 1987) na tentativa de construir os loteamentos “Parque Balneário Boracéia I e II” (MACEDO, 2008).

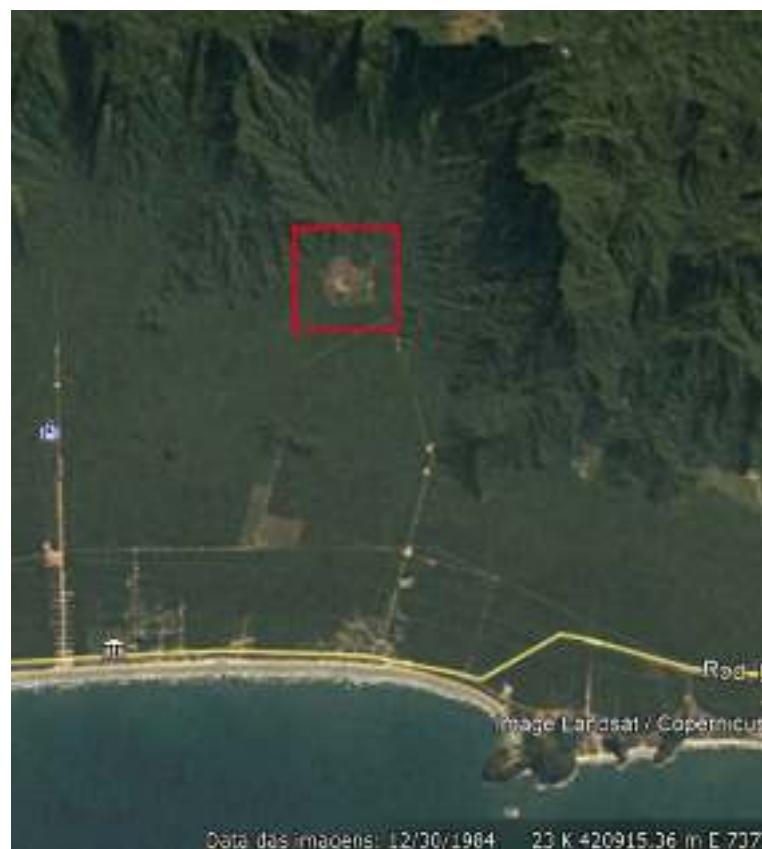
Neste mesmo ano foi construído um posto da FUNAI nesta estrada, no limite sul da área homologada (acesso à área de ocupação indígena pela praia de Boracéia). Márcio Alvim, funcionário da FUNAI que assumiu o cargo de chefe do posto, relata que a construção do posto e a necessidade de fiscalizar a terra recém homologada contribuíram para que paulatinamente a população Guarani se deslocasse das margens do Ribeirão Silveira para os núcleos de habitação atuais, às margens da estrada construída pelo Grupo Peralta, dentro dos limites da terra indígena homologada (MACEDO, 2008).

Nos anos 1980 e 1990 a urbanização da região de Bertioga e São Sebastião se intensificou drasticamente. O asfaltamento da Rodovia Rio-Santos (BR-101) impulsionou o turismo, o que estimulou a construção diversos empreendimentos imobiliários.

A partir da análise de fotos aéreas (BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A) e imagens de satélite (Google Earth), são apresentadas abaixo algumas iniciativas (algumas bem sucedidas e outras não) de construção de empreendimentos no entorno da T.I. homologada, área que, segundo diversas fontes, como inúmeros relatos e os documentos já citados acima, sempre foi de uso da população Guarani que morava às margens do Ribeirão Silveira (para extrativismo, caça, pesca, etc.).

Segundo relatos informais coletados em trabalho de campo, Armando Peralta, que se dizia proprietário dos loteamentos “Parque Balneário Boracéia I e II”, teria desmatado uma extensa área na intenção de construir um condomínio a apenas 100 metros do sopé da Serra do Mar, porém o empreendimento teria sido embargado. A imagem de satélite a seguir, de 1984, comprova uma extensa área desmatada no sopé da Serra do Mar, em área reivindicada como de posse do Grupo Peralta (figura 9).

Figura 9 – Imagem de satélite de 1984 em que se vê o desmatamento a apenas 100m do sopé da Serra do Mar



Fonte: Google Earth. Data: 30/12/1984

Um caso emblemático de exploração predatória da região, incompatível com a infraestrutura viária, de saneamento e de energia da região, é o Condomínio Morada da Praia, que possui 5 quilômetros de extensão e tem construções que chegam a apenas 500 metros do sopé da Serra do Mar.

Figura 10 – Imagem de Satélite do Condomínio Morada da Praia



Fonte: ArcGis Imagery Basemap

Figura 11 – Parte norte do Condomínio Morada da Praia em Fotografia aérea de 1994



Parte norte do Condomínio Morada da Praia, quando os lotes mais próximos da Serra do Mar ainda não haviam sido ocupados. Fonte: Base S.A. Data: agosto 1994

Na figura 12 (a seguir), fotografia aérea pertencente ao aerofotolevantamento 0-560 realizado pela empresa BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A em 1994, pode-se ver o início da construção de um empreendimento imobiliário que chegaria a apenas 500m da aldeia Guarani, às margens do Ribeirão Silveira. O empreendimento não foi realizado e posteriormente a estrada foi desativada.

Figura 12 – Início da construção de um empreendimento imobiliário a apenas 500m da aldeia Guarani (1994)

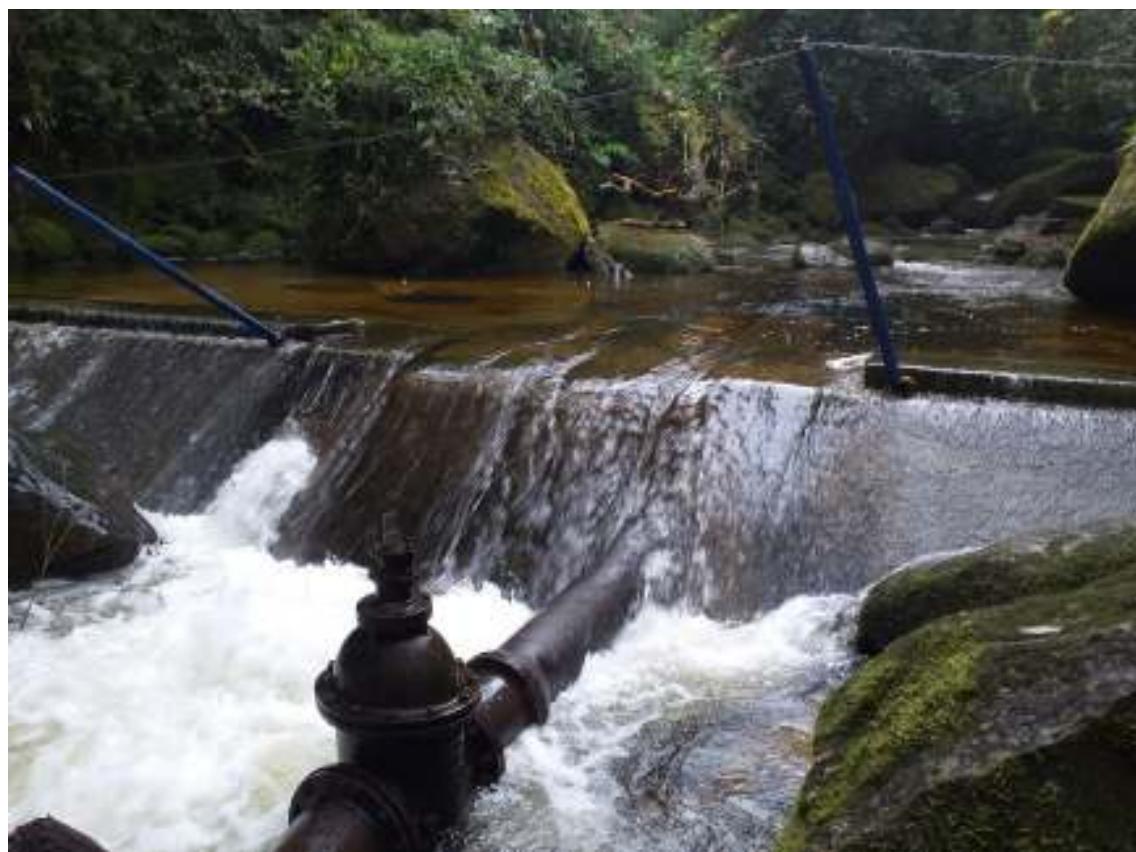


Fonte: Base S.A. Data: agosto 1994

Segundo os documentos já citados, no início da década de 1990 a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) buscava autorização para construção de uma estação de captação e bombeamento de água no Ribeirão Pedra Branca, dentro dos atuais limites da T.I., e de uma adutora até o bairro Balneário Mogiano, passando dentro dos limites da T.I. homologada em 1987.

Em 1995 foi firmado um acordo entre a Sabesp, Prefeitura de Bertioga e a FUNAI e a estação foi construída. A compensação a favor da população indígena foi a mera instalação de torneiras em suas casas. Desde então, carros da Sabesp adentram a aldeia frequentemente para realizar manutenção do sistema de captação e bombeamento de água (MACEDO, 2008)

Figura 13 – Sistema de captação de água da Sabesp, localizado no Ribeirão Pedra Branca, dentro dos atuais limites da T.I



Fotografia realizada no trabalho de campo. Data: 09/10/2019

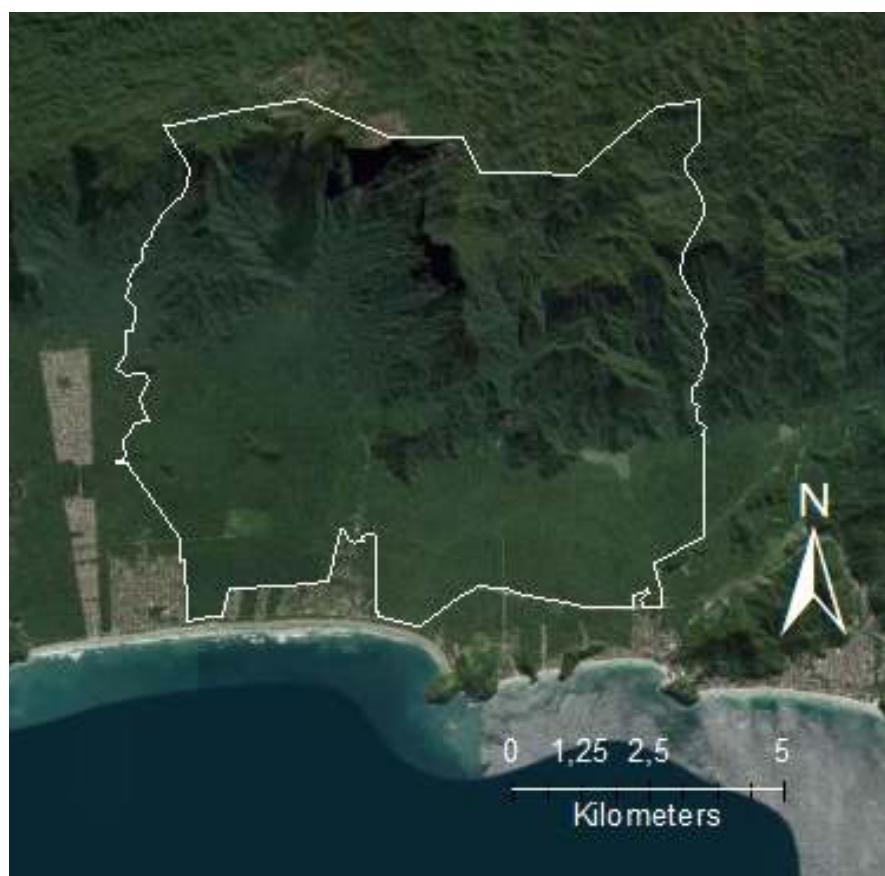
As pressões no entorno da T.I. se intensificaram nas últimas décadas. São inúmeras as intervenções que afetam a vida da população Guarani, iniciativas tanto privadas quanto estatais. Abaixo o relato de um morador local.

"Em 89, quando eu cheguei, era tudo mato. A única casa que tinha era uma merceariazinha aonde o turista vinha e parava, era o que hoje é um restaurante chamado Varandão, mas tinha outro nome. Não tinha mais outras casas. E tudo é cidade agora, bairro. Do lado de Bertioga, aqui em Boracéia, não tinha nada. Hoje tem prédio, supermercado. Se a gente não se preocupar, o não-índio, os progressos, vai apertando o índio. Antes aldeia era lá em Boiçucanga. Quando os progressos chegaram, então índio saía correndo, sempre se afastava, sempre se afastava. Mas daqui não dá pra ir mais pra cima, por isso ficamos aqui e hoje aqui está concentrada a aldeia. Então Boiçucanga hoje é uma vila bem movimentada, mas não tinha nada. Em menos de 30 anos o progresso tomou conta do espaço. O crescimento dos povos brancos é muito rápido. O índio é um povo pequeno, mas o progresso dos brancos é muito rápido. Daqui mais 30 anos você nem sabe como vão estar essas vilas aqui. Pra onde os índios vão correr? Então a demarcação é o mais importante" (MACEDO, 2009, p. 10)

Considerando a Constituição Federal de 1988, onde se afirma no artigo nº231 que "São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.", e diante da pressão que a população indígena habitante da área sofre, em 2002 foi realizado novo estudo de identificação da área pela FUNAI. Nesta época a população Guarani foi contabilizada em 350 pessoas, um crescimento vertiginoso em relação ao antigo estudo de identificação, que contabilizava 35 a 40 pessoas.

Levando em conta pareceres de diversos antropólogos, mas principalmente o Relatório "Pela Ampliação da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira – Relatório de seus Moradores à FUNAI" (2007), e seguindo as orientações do Despacho nº204 da FUNAI, em 2008 o Ministério da Justiça, através da portaria declaratória MJ 1.236/2008 declarou a ampliação da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira, que passou a contar com os atuais 8.500 hectares. A ampliação trouxe algum sentimento de justiça para a comunidade, porém as disputas judiciais continuam.

Figura 14 – Mapa dos atuais limites da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira



Fonte: ESRI ArcGis Imagery Basemap e IBGE

Apesar de terem se passado mais de dez anos desde a declaração dos novos limites, a terra indígena ainda não foi homologada. Atualmente o processo de demarcação encontra-se paralisado em função de uma nova disputa judicial com o Grupo Peralta, que em 2010 impetrou um mandado de segurança no Supremo Tribunal Federal (STF) com o objetivo de impedir a homologação (BELLINGER, 2012).

## 2.2 DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO

### 2.2.1 Geologia e hidrogeomorfologia

Conforme a compartimentação do relevo proposta por Ross (1985) (ver seção 3.1.1.1), na T.I. Guarani do Ribeirão Silveira encontram-se porções de planalto em cinturão orogênico (Serra do Mar) e de planícies e tabuleiros litorâneos (planície costeira). Como pode-se observar no mapa topográfico abaixo, há uma grande descontinuidade na estrutura geológica do embasamento cristalino, a Serra do Mar, que apresenta declividades muito acentuadas (escarpas). Nesta região o embasamento cristalino é composto principalmente por rochas metamórficas — gnaisses, migmatitos e oftalmíticos (FIERZ et al., 2008b). O planalto encontra-se ao norte a planície costeira ao sul da terra indígena.

Figura 15 – Mapa topográfico da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira



Limites da T.I. hachurados. Fonte: Datageo e IBGE

Nesta região ocorre uma aproximação da Serra do Mar em relação à linha de costa, se comparada com porções mais ao sul. A partir daí, com exceção da planície costeira de Caraguatatuba, em direção ao norte a planície costeira se torna cada vez menor, até se tornar muito restrita a algumas praias e praticamente inexistir, dando lugar aos costões rochosos das regiões de Ubatuba e Paraty.

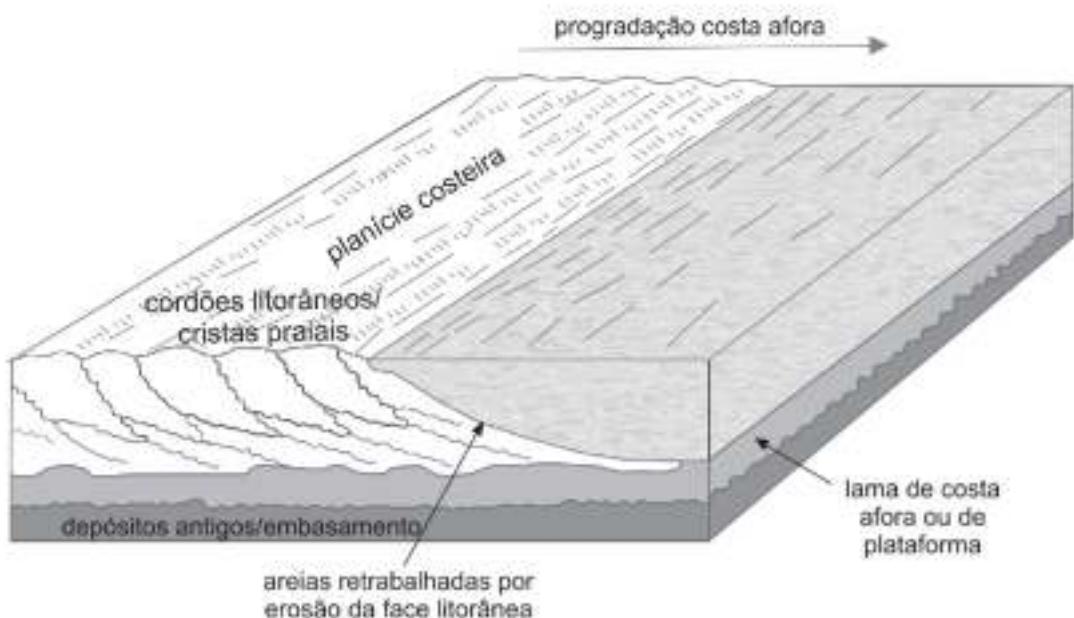
A encosta, a planície costeira e a zona de transição apresentam características hidrodinâmicas bem distintas entre si.

A encosta apresenta declividade acentuada e consequentemente escoamento superficial bastante relevante, com transmissão de água rápida para os setores mais baixos. A região de encosta é florestada e a taxa de infiltração de água no solo é alta, tornando o escoamento subsuperficial bastante relevante. Os fluxos de chuva subsuperficiais podem alimentar o fluxo de base dos rios por dias após os eventos chuvosos.

Na zona de transição o depósito de tálus torna a declividade menor, reduzindo a transmissividade e o escoamento superficial, tornando os fluxos fluviais e o escoamento superficial mais lentos, porém ainda bastante relevantes. Esta área engloba depósitos de baixa a média encosta como rampas de colúvio, tálus e leques aluviais de idade pleistocênica a atual. São constituídos de sedimentos com ampla variação granulométrica, desde argilas até matacões (SOUZA, 2007).

A planície costeira, que na terra indígena possui de 3 a 5 quilômetros de extensão, é área de restinga, local com formação de cordões litorâneos, dispostos paralelamente à linha de costa. As depressões intercordões litorâneos são áreas relativamente mais baixas, formadas por paleolagunas antigas, hoje preenchidas por sedimentos pelíticos (argilo-siltosos e orgânicos) de origem lagunar e lacustre. Nas depressões intercordões o lençol freático é naturalmente aflorante (SOUZA, 2007).

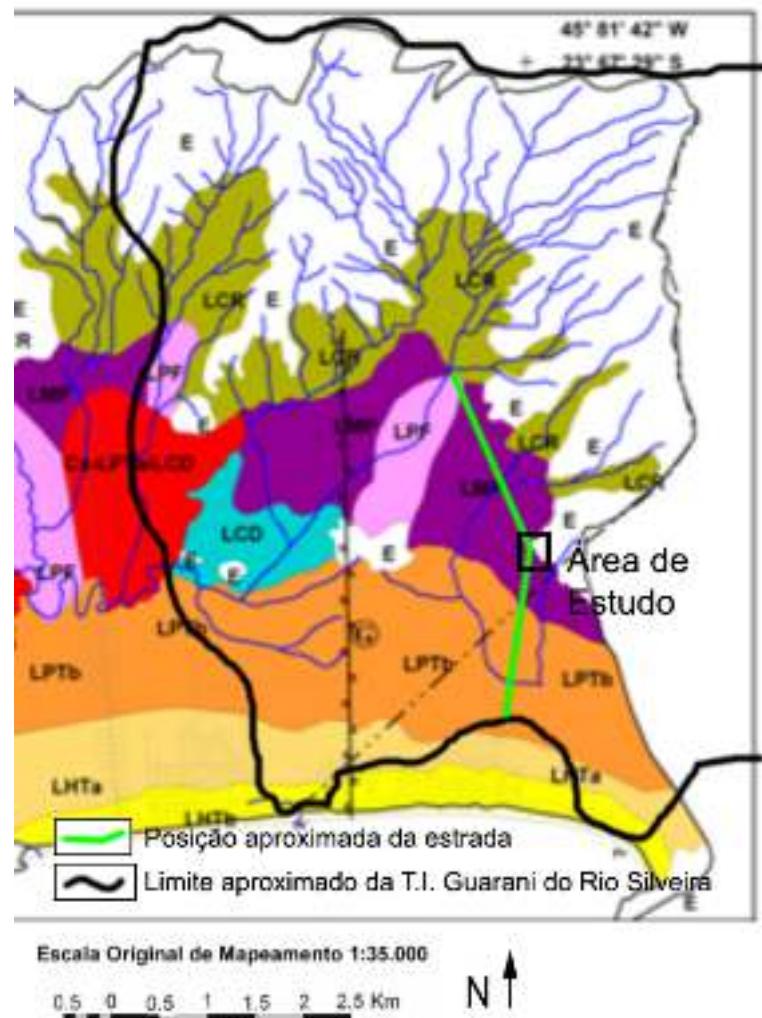
Figura 16 – Planície costeira composta por sucessivos alinhamentos de cordões litorâneos



Fonte: (SUGUIO, 2003).

Considerando o “Mapa de Unidades Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta”, elaborado por Celia Regina de Gouveia Souza (2007), a área de estudo localiza-se em área de transição entre “E – Rochas Metamórficas e Ígneas” e “LMP – Depósitos mistos não individualizados formados por depósitos fluviais e colúvios de baixada holocênicos a atuais”.

Figura 17 – Mapa de Unidades Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta



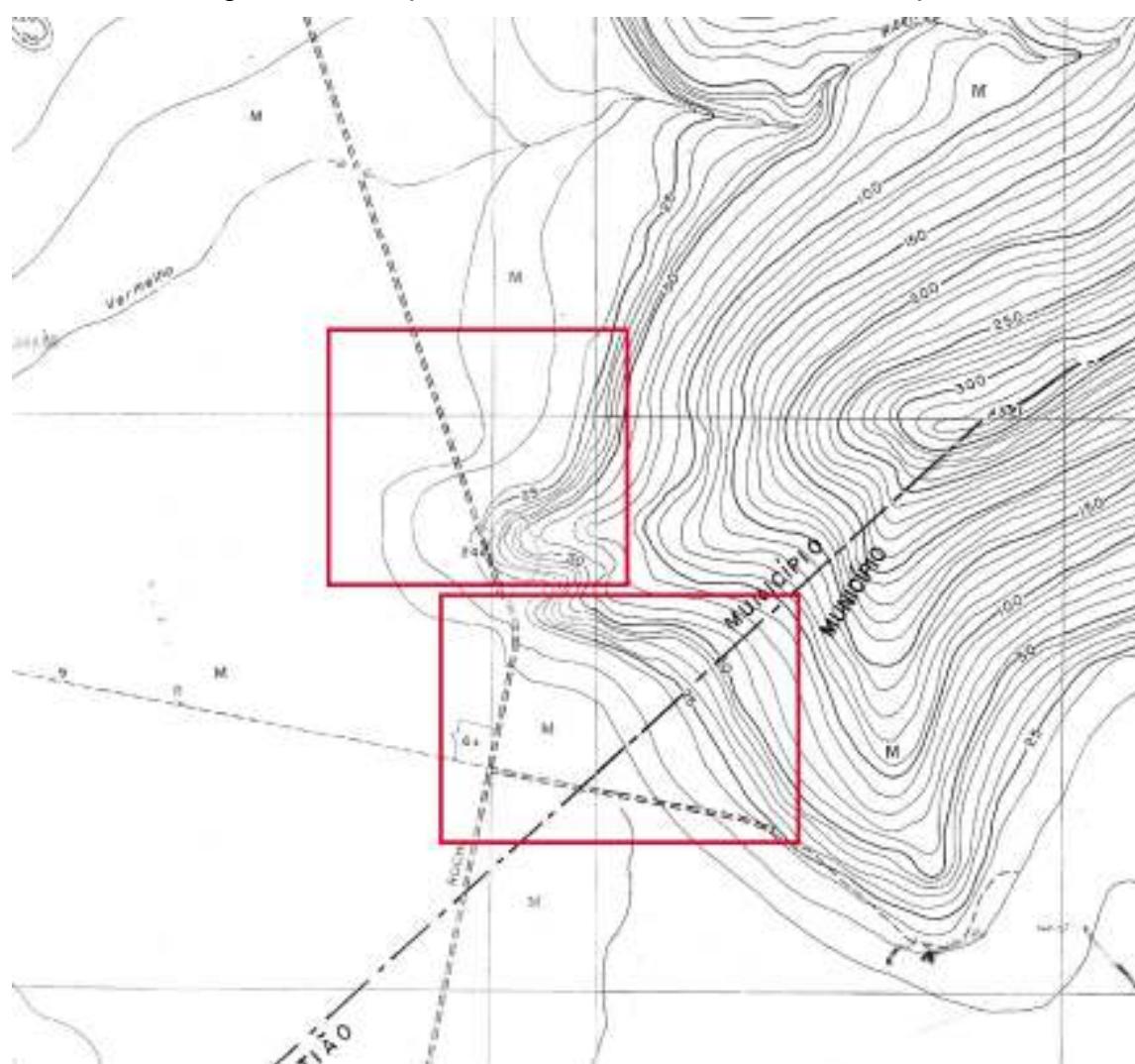
#### UNIDADES QUATERNÁRIAS DE PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA-MÉDIA ENCOSTA

Pr	Depósitos Praiais Atuais
LHF	Depósitos Fluviais (planície de inundação, depósitos de leito, barras arenosas e terraços fluviais baixos) Holocénicos a Atuais
LM	Depósitos Mistas não individualizados formados por Depósitos Fluviais e Coluvios de Baixada Holocénicos a Atuais
LCD	Depósitos Paleolagunares Holocénicos, Lacustres e Coluvios de Baixada Atuais
LHTb	Cordões Litorâneos Holocénicos
LHTa	Terraços Marinhos Holocénicos
LPTb	Terraços Marinhos baixos Pleistocénicos
LFF	Terraços Fluviais (planície de inundação, depósitos de leito e barras fluviais) altos Pleistocénicos
CHTb/LCD	Complexo sedimentar formado pela associação de restos de Terraços Marinhos altos Pleistocénicos e Depósitos Paleolagunares Holocénicos
LCR	Depósitos de Encosta (Rampas de Colúvio, Tálius e Leques Aluviais) Pleistocénicos a Atuais
UNIDADES PRÉCANBRIANAS - MESOZOICAS	
E	Rochas Metamórficas e Igneas

Fonte: (SOUZA, 2007)

A área de estudo localiza-se na transição entre a baixa encosta e a planície costeira, local de ocorrência de depósito de tálus. O afloramento do lençol freático não é uma característica natural da área, pois não se trata de uma depressão intercordões litorâneos.

Figura 18 – Mapa da área de levantamento de campo



Fonte: Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC)

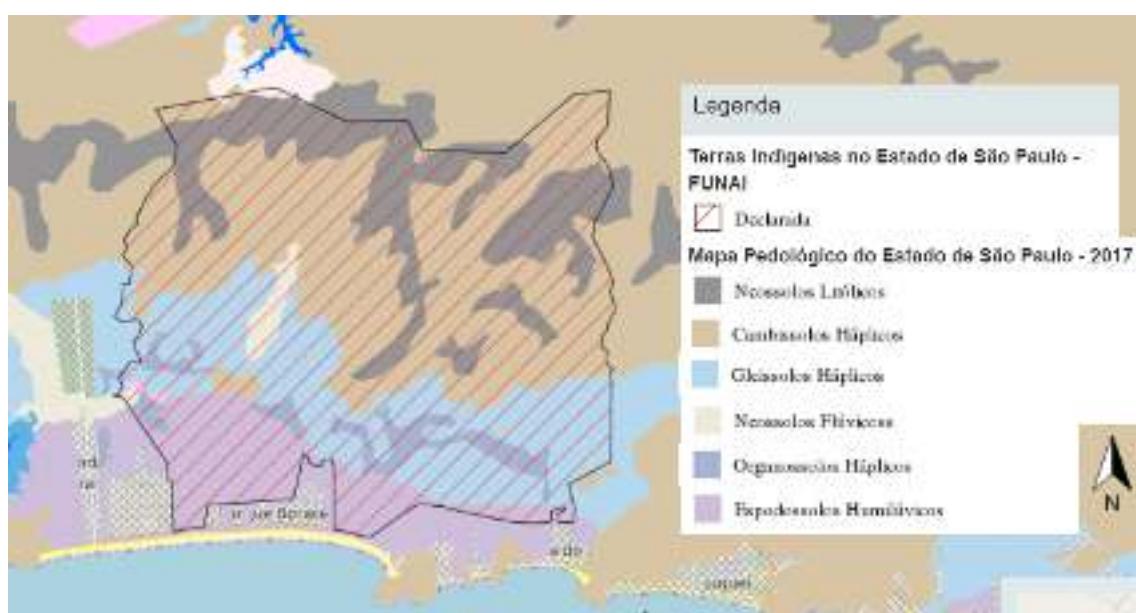
## 2.2.2 Solos

Quanto aos solos, considerando Fierz (2008a) e de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2017), disponível no site Datalogeo, nas porções de Serra do Mar (escarpas e planaltos) e morros isolados presentes na planície costeira (Morro dos Bichos) predominam os cambissolos, com textura argilosa e areno-argilosa.

Na planície litorânea predominam espodossolos, geralmente arenosos e com acidez elevada. Em geral são solos pobres e pouco férteis para o plantio. Além disso, nas áreas naturalmente alagadas (depressões intercordões) o plantio e a ocupação humana são praticamente inviabilizados pelo lençol freático aflorante.

No sopé da Serra do Mar, local da área de estudo, predominam os gleissolos, característicos de zonas de inundação dos principais rios sobre sedimentos fluviais e continentais. Neste compartimento há ocorrência também de organossolos e neossolos. Esta zona de transição entre a encosta e a planície é o local mais propício ao plantio, se comparado às áreas adjacentes de planície (solos pobres), e de encosta (grande declividade). Porém, como será descrito com mais detalhes adiante, o barramento das águas pela estrada acaba prejudicando ou inviabilizando o cultivo nesta área, pois eleva o lençol freático até que este aflore em superfície, tornando a área alagada.

Figura 19 – Mapa Pedológico da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira



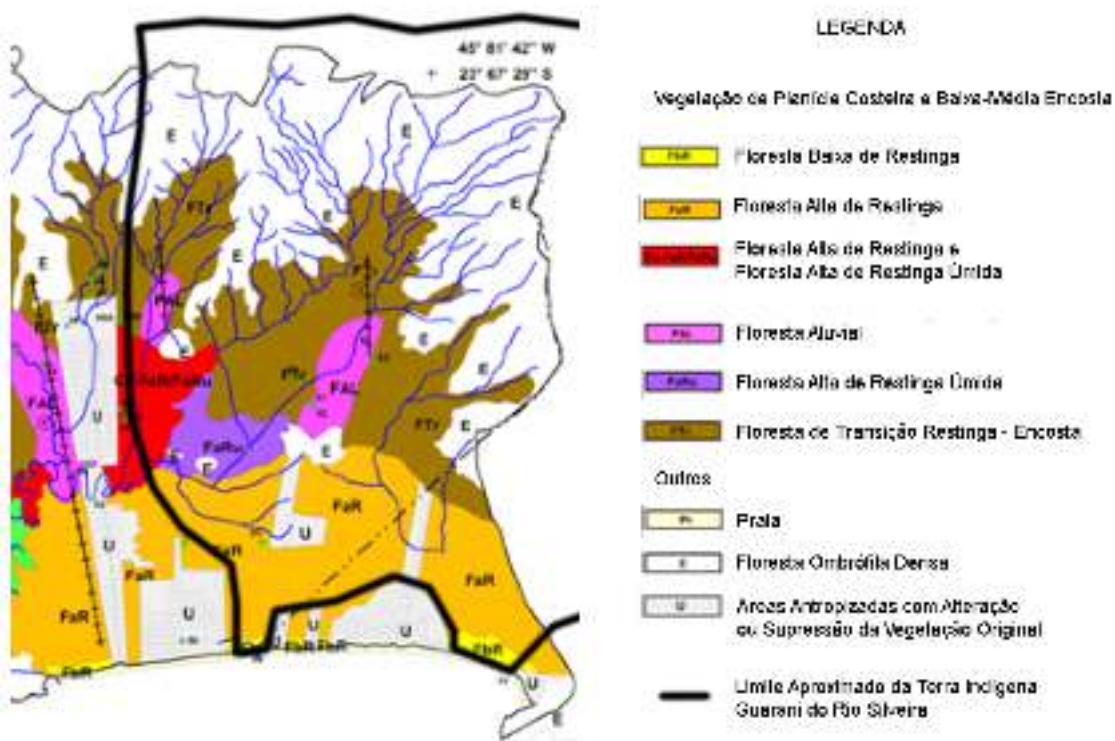
Fonte: Datalogeo

## 2.2.3 Vegetação

Segundo a tese de mestrado de Elisabete Aparecida Lopes “Formações Florestais de Planície Costeira e Baixa Encosta e sua Relação com o Substrato Geológico das Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga, SP)” (LOPES, 2007), na parte da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira cartografada em sua dissertação (que inclui a área de estudo do presente trabalho) ocorrem 8 tipos diferentes de cobertura vegetal: Floresta Ombrófila Densa (E); Floresta de Transição Restinga – Encosta (FTr); Floresta Aluvial (FAL); Floresta Alta de Restinga (FaR); Floresta Alta de Restinga Úmida (FaRu); Floresta Alta de Restinga e Floresta Alta de Restinga Úmida (Cx-FaR/FaRu); Floresta Baixa de Restinga (FbR); e Áreas Antropizadas com Alteração ou Supressão da Vegetação Original (U).

O mapa abaixo, elaborado por Lopes (2007), delimita a ocorrência das formações vegetais.

Figura 20 – Mapa da Vegetação na parte oeste da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira



Fonte: adaptado de Lopes (2007)

Como pode-se observar, na encosta (Serra do Mar) e no Morro dos Bichos a vegetação é de Floresta Ombrófila Densa. Na planície costeira há ocorrência de Floresta de Transição Restinga – Encosta nas áreas mais próximas do sopé da

Serra do Mar; Floresta Aluvial, nas mas margens do Ribeirão Pedra Branca ao norte do Morro dos Bichos; Floresta Alta de Restinga Úmida, a oeste do Morro dos Bichos; e Floresta Alta de Restinga na porção sul da T.I., além de Floresta Baixa de Restinga, próximo à praia, e de Áreas Antropizadas com Alteração ou Supressão da Vegetação Original, na fazenda do Grupo Peralta (LOPES, 2007).

Não há ocorrência natural de Floresta Paludosa ou Floresta Alta de Restinga Úmida no entorno da estrada. Estas se desenvolvem em áreas alagadas (com lençol freático aflorante), associadas às depressões intercordões, como já dito, locais de paleolagunas, hoje preenchidas por depósitos sedimentares lagunares ou lacustres.

A ocorrência de Floresta de Transição Restinga – Encosta (FTr) na área de levantamento de campo é um importante indicador de que a área de estudo não é naturalmente alagada.

### **2.2.2 Clima**

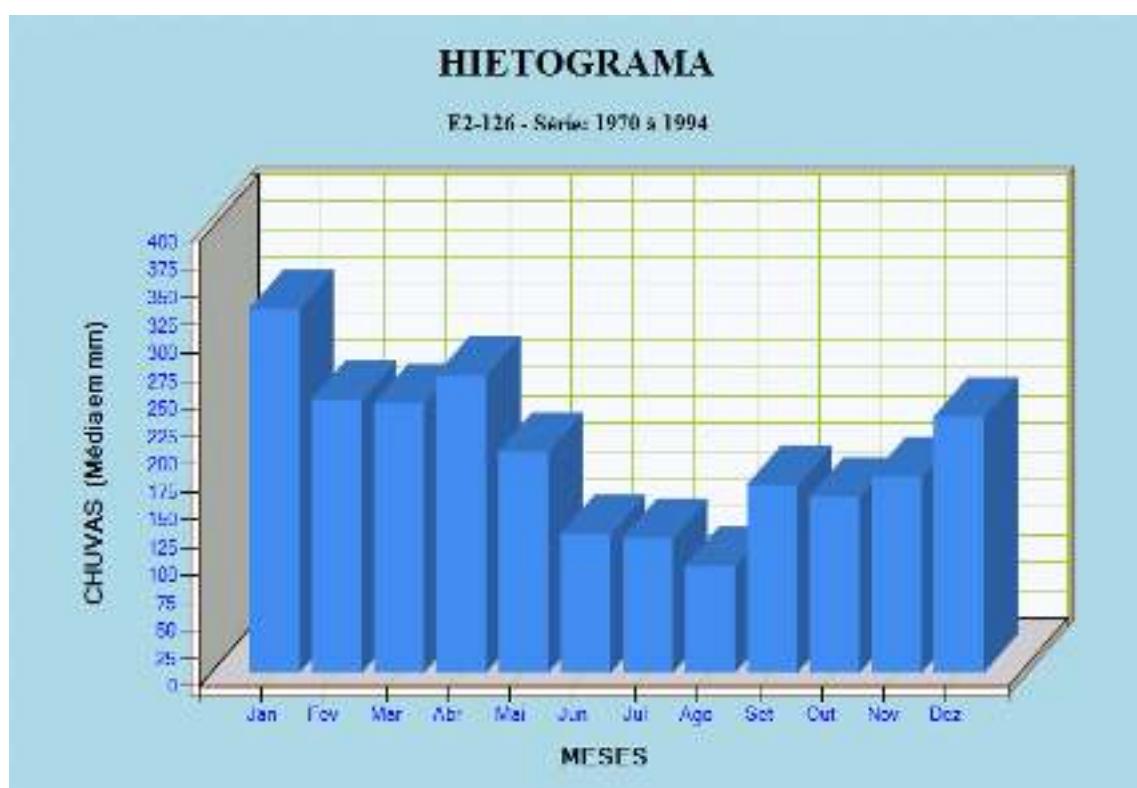
A T.I. Guarani do Ribeirão Silveira localiza-se em uma latitude muito próxima ao Trópico de Capricórnio (apenas 30km de distância), que se constitui como a linha de divisão entre os climas tropical e subtropical, apresentando assim características climáticas dos dois tipos de clima.

Conforme explicam Conti & Furlan (1998), o clima do litoral paulista é em grande parte controlado pela massa tropical atlântica e ocasionalmente afetada pela massa equatorial marítima, porém, são as massas polares as principais responsáveis pelo grande regime pluviométrico. De acordo com Fierz (2008a), durante o inverno, as massas polares chegam à região através de uma trajetória predominantemente continental, sendo assim menos úmidas e portanto mais estáveis. No verão as massas polares são desviadas para o litoral na região próxima ao estuário do Rio da Prata (Argentina e Uruguai) e chegam às áreas serranas do litoral paulista com maior umidade, confrontando-se com as massas tropicais e provocando intensas precipitações.

Somado a isto, de acordo com Monteiro (1969), a posição da fachada atlântica do sudeste brasileiro acentua o confronto entre as massas de ar tropical atlântica e polar, gerando um clima regional permanentemente úmido.

O pluviômetro E2-126 do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), com série histórica de 1970 a 1994 indica que o período mais chuvoso do ano é de dezembro a abril (sendo janeiro o mês mais chuvoso – em média 350mm de precipitação). O mês com menor pluviosidade média é agosto (que ainda assim apresenta uma precipitação considerável - em média 100mm).

Figura 21 – Pluviômetro E2-126 do DAEE (série histórica de 1970 a 1994)



Fonte: DAEE

Por todos estes fatores, o regime pluviométrico da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira é bastante elevado e não há período seco bem definido (SANT'ANNA NETO, 1990). Trata-se de uma região bastante chuvosa, com muita água entrando no sistema através da precipitação, o que é uma característica especialmente importante para este estudo.

A série histórica de 1941 a 1970 registrada em Estação Meteorológica do DAEE (coordenadas 23°45'S e 46°04'W) indica temperatura média anual de 24,7°C, com as temperaturas mais altas em janeiro (28°C) e fevereiro (28,3°C) e as mais baixas em junho (20,9°C) e julho (20,7°C) (SAMPAIO, 2004).



### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 BASES CONCEITUAIS**

Este estudo se baseia principalmente em conceitos de hidrogeologia dinâmica, antropomorfologia e cartografia geomorfológica. Nesta seção pretende-se realizar uma breve revisão sobre alguns conceitos de hidrologia e geomorfologia, atentando-se especialmente para as formas de relevo e para o escoamento de água em canais fluviais.

##### **3.1.1 Geomorfologia**

###### **3.1.1.1 Compartimentação do relevo**

Neste estudo será considerada a proposta de classificação do relevo brasileiro apresentada por Jurandyr Ross (1985). Considerando a concepção de Mescherjakov (1968), para estabelecer a classificação Ross opta por priorizar as unidades morfoesculturais, considerando a estrutura geológica, mas valorizando principalmente o modelado do relevo.

Conforme a proposta de Ross, o primeiro táxon considerado é geomorfológico: Planaltos, Depressões e Planícies. O segundo táxon classifica os planaltos em função da estrutura geológica que apresentam: Planaltos em Bacias Sedimentares, Planaltos em Intrusões e Coberturas Residuais de Plataforma, Planaltos em Núcleos Cristalinos Arqueados e Planaltos em Cinturões Orogênicos. O terceiro táxon define nominalmente (toponímia) as unidades morfoesculturais.

Como já mencionado na seção 2.2.1, na Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira estão presentes duas unidades morfoesculturais. A primeira faz parte da unidade Planaltos em Cinturões Orogênicos (Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste) e a segunda faz parte da unidade Planícies e Tabuleiros Litorâneos.

Os Planaltos em Cinturões Orogênicos são relevos residuais sustentados por litologias diversas (em geral metamórficas associadas com intrusivas) que, por sua natureza estrutural, apresentam inúmeras serras intensivamente erodidas por processos principalmente do pré-Cretáceo e do Terciário-Quaternário (ROSS, 1985).

Os Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste associam-se ao Geossinclíneo Atlântis. Em diversas fases orogenéticas do Pré-Cambriano ocorreram vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e intrusões. O processo epirogenético pós-Cretáceo causou soerguimento da Plataforma Sul Americana e produziu escarpas acentuadas, como as da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar (ROSS, 1985).

As Planícies e Tabuleiros Litorâneos são áreas planas geradas por deposição de sedimentos recentes (Quaternário). São áreas onde atualmente predominam processos de agradação do relevo (ROSS, 1985).

### 3.1.1.2 Serra do Mar

A Serra do Mar representa a transição entre o planalto e a planície costeira do litoral paulista. Encontra-se bem próximo à linha de costa no litoral centro-norte paulista e mais afastada no litoral sul (FIERZ et al., 2008b). Na região de estudo encontra-se cerca de 3 a 5 quilômetros da linha de costa.

Segundo Fúlfaro e Suguio (1980), a Serra do Mar se formou durante o Cretáceo Superior, entre o Senoniano (Cretáceo) e o Paleoceno (Terciário). É constituída por rochas formadas em grandes profundidades, principalmente rochas de médio e alto graus metamórficos (gnaisses, migmatitos e oftalmíticos) (SADOWSKI, 1976).

Cruz (1986) divide a área da escarpa em dois subcompartimentos: Altas-médias vertentes; e Médias-baixas vertentes. Fierz et al. (2008b, p. 178) explica:

nas altas-médias vertentes, seus recuos pela atuação geomorfogênica são guiados, sobretudo, pela natureza das rochas, mais profundamente intemperizadas nos seus contatos e nas zonas de manifestações tectônicas. Isso faz interiorizar as bacias de captação ou recepção e criam, nos altos da serra, amplos anfiteatros com vertentes retilíneas íngremes, solos pouco desenvolvidos e grandes paredões com afloramentos rochosos. Desenvolve-se aí uma densa rede de canais pluviais sob nichos de nascentes, que vão juntar-se às atuais subsuperficiais abaixo da serrapilheira ou da camada húmica dos solos rasos tendencialmente arenosos, e aos afloramentos dos lençóis freáticos.

Nas médias-baixas vertentes, os topos tendem à mamelonização; soleiras rochosas com corredeiras fecham os vales em alvénulos e pequenas planícies alveolares, quase sempre entulhados de colúvio e de taludes de detritos provenientes de materiais de escorregamentos anteriores. As rampas de desgaste, ajudando o fechamento dos vales, são áreas de passagem e concentração de drenagem e materiais de escorregamento, antes de se expandirem em leques coluviais e taludes de detritos ao chegar à planície. Os alvénulos tornam-se cada vez maiores a jusante quanto mais desenvolvida os recuos de suas vertentes, até, coalescentes, se abrirem nas planícies costeiras.”

### **3.1.1.3 Planície costeira de Bertioga**

Segundo Suguio & Martin (1978, 1990) e Fierz et al. (2008), a formação das planícies costeiras depende principalmente das fontes de areia, das correntes de deriva litorânea, das armadilhas de retenção dos sedimentos e das variações relativas do nível do mar ao longo do Quaternário.

Conforme Fierz et al. (2008b), no caso das planícies costeiras paulistas, as variações relativas do nível do mar ao longo do Quaternário constituem-se como um dos principais fatores. Em Bertioga, a formação da planície costeira também está intimamente relacionada ao processo de isolamento e colmatagem, de braços de mar e o fechamento de antigas lagunas.

Considerando Suguio et al. (1985), grande parte da planície costeira de Bertioga é formada por sedimentos que se acumularam durante a última fase transgressiva (holocênica +- 5.100 anos A.P.). Porém, também encontram-se sedimentos da transgressão mais antiga (Transgressão Cananéia) do Pleistoceno (120.000 anos A.P.).

Quanto às formas resultantes, apresentam-se cordões litorâneos, formados pelo alinhamento das cristas praiais, que representam paleo-praias abandonadas no decorrer da progradação da linha de costa (FIERZ et al., 2008b).

Os cordões litorâneos são dispostos paralelamente à linha de costa, com pequenas variações altimétricas. As depressões intercordões são as áreas relativamente mais baixas, onde encontram-se sedimentos de origem lacustre ou lagunar (SOUZA, 2007).

### **3.1.2 Hidrologia**

#### **3.1.2.1 O ciclo hidrológico**

Conforme explica Coelho Netto (1994), a água muda constantemente de estado físico. Parte da água que se encontra na superfície terrestre em estado líquido é transferida para a baixa atmosfera por evaporação ou evapotranspiração, incluindo a perda de água das plantas em função da respiração. Quando o vapor de água da atmosfera se resfria e atinge uma certa temperatura limite ele condensa, passando para o estado líquido e originando as precipitações. De acordo com a temperatura da região, a precipitação será de água em estado líquido (chuvas) ou estado sólido (neve). A água em superfície é congelada quando a temperatura resfria e atinge certa temperatura limite, e os gelos e neves descongelam quando a temperatura aumenta e atinge certa temperatura limite. As mudanças de estado físico da água representam um ciclo hidrológico.

#### **3.1.2.2 Chuvas (precipitação)**

A precipitação (queda de água da chuva) é um importante fator-controle do ciclo hidrológico, pois representa a entrada de água na bacia de drenagem.

O ar, que contém vapor de água, encontra-se em constante movimento na atmosfera. Quando as correntes de ar possuem movimento ascendente (ganham altitude na atmosfera) elas se resfriam. Atingida a temperatura limite, a água em estado gasoso contida na massa de ar passa para o estado líquido. Quando as microgotículas de água líquida atingem uma massa crítica e não conseguem mais se manter em suspensão no ar, ocorre a precipitação (chuva). (COELHO NETTO, 1994).

As precipitações podem se originar por mecanismos de abrangência regional ou apenas local. As chuvas regionais (ou frontais) se originam do encontro entre massas de ar com diferentes temperaturas e se estendem por áreas maiores, se comparadas às chuvas locais. O avanço das chamadas frentes frias (massas de ar frio) sobre massas de ar relativamente mais quentes e úmidas faz com que a porção de ar mais quente e úmida ascenda verticalmente (ganhe altitude), assim resfriando-se e causando chuvas regionais. A magnitude da chuva depende principalmente das

quantidades de umidade das massas de ar e da diferença de temperatura entre as massas de ar que se encontram. (COELHO NETTO, 1994).

As chuvas locais são classificadas como convectivas ou orográficas. As chuvas convectivas ocorrem quando uma porção de ar se encontra em temperatura relativamente maior do que as porções de ar circundantes, originando movimentos convectivos da coluna de ar, causando ascensão, resfriamento e precipitação. As chuvas orográficas ocorrem quando uma porção de ar ao se movimentar encontra uma barreira geográfica (serra ou montanha) que propicia sua ascensão, resfriamento e consequente precipitação (COELHO NETTO, 1994).

### **3.1.2.3 Interceptação das chuvas pela vegetação**

Quando as chuvas caem sobre áreas com vegetação, grande parte da água é interceptada pela cobertura vegetal, sendo armazenada nas copas arbóreas e/ou arbustivas. Apenas quando o volume de chuva excede a demanda da vegetação a água atinge o solo, por meio do atravessamento das copas (atravessamento) e do escoamento pelos troncos (fluxo de tronco) (COELHO NETTO, 1994).

Segundo Coelho Netto (1994), em regiões florestadas, como é o caso da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira, do total de água precipitada pelas chuvas, apenas uma pequena parte atinge o solo, enquanto o restante é interceptado pela vegetação: consumido pela respiração das plantas ou evaporado após ficar armazenado nas copas arbóreas e/ou arbustivas.

Portanto, além do volume de chuvas, a situação da cobertura vegetal (tipo, densidade, etc.) se constitui como importante variável-controle do ciclo hidrológico, definindo a taxa de interceptação da água da chuva e consequentemente o volume total de água que atinge o solo da bacia de drenagem.

### **3.1.2.4 Infiltração de água no solo e águas subterrâneas**

Por força da gravidade a água que atinge o solo infiltra por seus espaços vazios (poros). Conforme explica Coelho Netto (1994), os solos são constituídos por milhões de partículas de diversas composições mineralógicas e diversos tamanhos. A razão entre o volume dos espaços vazios e o volume total do solo corresponde à porosidade do solo, expressa em porcentual. A textura do solo (tamanho e arranjo

dos grãos constituintes) define ainda a sua permeabilidade, que por sua vez determina a velocidade com que a água se movimenta entre os poros.

Quando todos os espaços vazios (poros) de uma porção de solo se encontram preenchidos por água, considera-se que esta porção de solo está saturada. A taxa de absorção de água pelo solo depende de sua porosidade e permeabilidade, e é chamada de capacidade de infiltração do solo (HORTON, 1933).

As zonas subterrâneas saturadas encontram-se em profundidades variadas e são chamadas de aquíferos, ocupando grandes volumes em regiões do planeta de clima úmido (como por exemplo o Aquífero Guarani). Os aquíferos subterrâneos contêm 97% da água doce não congelada do planeta (DUNNE; LEOPOLD, 1978).

O Lençol freático é o limite superior da zona subterrânea saturada. A profundidade do lençol freático em relação a superfície, característica especialmente importante para este estudo, varia muito conforme as características locais (COELHO NETTO, 1994).

### **3.1.2.5 Escoamento de água no canal fluvial**

A nascente de um rio é o local mais próximo dos divisores de água (topo das “montanhas”) onde o lençol freático encontra a superfície do terreno, fazendo com que a água do lençol freático aflore em superfície. Geralmente tais locais possuem certa declividade, de modo que, por gravidade, a água que aflora em superfície passa a escoar pelo caminho que dispende menor energia, formando os leitos dos canais fluviais.

O afloramento de água subterrânea por intersecção do lençol freático com a superfície do terreno não ocorre apenas na nascente do rio, mas também alimenta o rio ao longo do canal, constituindo o chamado fluxo de base (HEWLETT; NUTTER, 1979).

O fluxo fluvial (ou fluxo canalizado), conforme Suguio (1979) e Sandra Baptista da Cunha (1994), corresponde à totalidade de água das chuvas que alcançam o canal fluvial, sendo composto principalmente pelo fluxo de base, mas podendo também receber contribuições do escoamento superficial (fluxo hortoniano) e dos fluxos de chuva subsuperficiais, a depender das características locais.

Quando ocorre uma chuva com intensidade suficiente para exceder a capacidade de infiltração do solo, o volume de água excedente escoa pela superfície do terreno, constituindo o chamado escoamento superficial, ou fluxo superficial hortoniano (HORTON, 1933). Em regiões florestadas e com solos permeáveis, como é o caso da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira, o escoamento superficial hortoniano é mínimo ou nulo, pois dificilmente a capacidade de infiltração é excedida (SUGUIO, 1979).

A água da chuva que infiltra no solo origina fluxos de chuva subsuperficiais que demoram tempos variados para percolar o solo e atingir o canal fluvial (ou a zona subsuperficial saturada, dependendo da distância a ser percorrida e da permeabilidade do solo). Quando atingem o canal fluvial passam a contribuir para o fluxo fluvial, aumentando a vazão do canal durante o período de contribuição.

O surgimento de escoamento fluvial em leitos de canais fluviais intermitentes é resultado de eventos chuvosos, responsáveis pela elevação do nível do lençol freático, gerando fluxo de base, e pelo surgimento de escoamento superficial e fluxos de chuva subsuperficiais que alcançam o leito.

Conforme explica Sandra B. da Cunha (1994), a descarga líquida do fluxo fluvial (ou vazão) ( $Q$ ) em um determinado ponto do canal fluvial é resultado do produto entre a área da secção transversal do canal ( $A$ ) e a velocidade da corrente ( $V$ ) neste mesmo ponto.

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = A \text{ (m}^2\text{)} \times V \text{ (m/s)}$$

A área da secção transversal ( $A$ ) em um determinado ponto do canal fluvial, por sua vez, é resultado do produto entre a largura ( $L$ ) do canal e a profundidade média ( $P$ ) neste mesmo ponto, considerando as margens plenas.

$$A \text{ (m}^2\text{)} = L \text{ (m)} \times P \text{ (m)}$$

Figura 22 – Esquema representativo da área da secção transversal de um canal fluvial



Fonte: adaptado de Fernandez (2004)

Portanto, verifica-se que a vazão fluvial (fluxo de água em  $\text{m}^3/\text{s}$ ) em um determinado ponto depende da área da secção transversal naquele ponto.

Caso a área da secção transversal de um determinado ponto do canal fluvial seja reduzida, por exemplo por intervenção humana, provavelmente a vazão neste mesmo ponto também sofrerá alterações, assim como os tipos de fluxo, suas velocidades, percursos e distribuição de sua energia mecânica.

Esta compreensão é especialmente importante para este estudo, pois a hipótese central é de que a estrada construída na T.I. Guarani do Ribeirão Silveira tenha reduzido significativamente as áreas das seções transversais de alguns canais fluviais nos pontos em que a estrada os cruza, além de barrar o escoamento superficial.

Assim, para que o fluxo fluvial não sofra modificações, alterando a dinâmica hídrica local, é necessário que sejam construídas pontes ou canos em todos os pontos de cruzamento entre a estrada e os canais fluviais. As pontes ou canos devem ter altura e tamanho suficientes para manter uma área de secção transversal do canal fluvial capaz de escoar o volume de água decorrente dos eventos chuvosos extremos.

As mais graves modificações na dinâmica hídrica ocorrem quando sequer são construídas pontes ou canos nos pontos de cruzamento entre a estrada e os canais fluviais, de modo a reduzir para zero a área da secção transversal do canal fluvial no ponto de cruzamento.

### **3.1.2.6 Avaliações do impacto humano em sistemas hidro-geomorfológicos**

O presente estudo se baseia fundamentalmente na metodologia desenhada inicialmente em Lima (1990), desenvolvida principalmente por Rodrigues (1997, 1999) e apresentada por Rodrigues (2004) e Rodrigues e Coltrinari (2005).

A sistematização de tal metodologia estabelece diversos geoindicadores para subsidiar avaliações do impacto humano em sistemas geomorfológicos.

O quadro abaixo foi extraído e adaptado do artigo “Urbanização e Mudanças em Sistemas Hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo” (RODRIGUES), e apresentam alguns dos geoindicadores estabelecidos, mais pertinentes a este estudo. Ela foi elaborada especificamente para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidro-geomorfológicos urbanizados, porém os geoindicadores nela apresentados também são úteis para análises de impacto ambiental em regiões florestadas, como é o caso deste estudo.

Quadro 1 – Indicadores e instrumentais para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidro-geomorfológicos urbanizados

**QUADRO DE INDICADORES E INSTRUMENTAIS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E MUDANÇAS EM SISTEMAS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS URBANIZADOS.**

SISTEMAS	NATUREZA DO INDICADOR	ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR
<ul style="list-style-type: none"><li>• BACIAS HIDROGRÁFICAS (BH)</li><li>• CANAIS FLUMAIS (CF)</li><li>• PLANÍCIES (P)</li><li>• PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO (PI)</li><li>• CONJUNTOS OU UNIDADES DE VERTENTES (CV, V)</li><li>• INTERFLÚMOS (I)</li><li>• LAGOS (L)</li><li>• RESERVATÓRIOS (R)</li><li>• REMANÉS DE RESERVATÓRIOS E de LAGOS (Rr + R)</li><li>• VALES (V)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ORIGINAL OU ANTROPOGENICO (O)</li><li>• ANTROPOGÊNICO (A)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• MÉDIA (M)</li><li>• DETALHE (D)</li></ul>

**INDICADORES MORFOLÓGICOS**

SISTEMA INDICADOR	NATUREZA/ESCALA	PARÂMETRO	UNIDADE	INSTRUMENTOS BÁSICOS
BH	AOMD	ÁREA forma/localização	m <sup>2</sup> ou km <sup>2</sup> /década/ano/mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes)
BH	AOMD	DENSIDADE DE DRENAGEM (DD) ou COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO (CM)	DD ou CM/década/ano/mês km/km <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /m	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos)
BH	AOMD	DIREÇÃO DE FLUXO	Etnização Total/década/ano/mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos)
P	AO/D	ÁREA/ALTITUDE forma/localização	m <sup>2</sup> ou km <sup>2</sup> /década/ano/mês década/ano/mês	CARTOGRAFIA (documentos antigos e recentes/aerofotos) PERFIS topográficos antigos e recentes
PI	AOMD	ÁREA	m <sup>2</sup> ou km <sup>2</sup> /década/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA RETROSPECTIVA
PI	AO/D	ALTITUDE	m/década/ano/mês	PERFIS topográficos antigos e recentes
CF	AOMD	COMPRIMENTO	m/km/década/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA RETROSPECTIVA
CF	AOMD	PADRÃO	m ou km/ano/mês/padrão	CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA RETROSPECTIVA
CF	AOMD	DECLIVIDADE	m/m%/década/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA RETROSPECTIVA e relatórios técnicos
CF	AO/D	LARGURA	m/década/ano/mês	CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA RETROSPECTIVA
CF	AO/D	SEÇÃO TRANSVERSAL	m <sup>2</sup> /década/ano/mês	RELATÓRIOS TÉCNICOS e levantamentos de CAMPO
CF	AO/D	PERFIS BATIMÉTRICOS	Perfis correlacionáveis/década/ano	TOPO-BATIMETRIA em documentos antigos e recentes. Levantamento
CF	AO/D	PROFOUNDIDADES MÉDIAS	h/ano/décadas	TOPO-BATIMETRIA em documentos antigos e recentes. Levantamento

**INDICADORES DE PROCESSOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS**

INDICADOR-processo	NATUREZA	PARÂMETRO	UNIDADES	INSTRUMENTOS BÁSICOS
Variabilidade do NÍVEL D'ÁGUA (originais / de operação de sistemas hidráulicos canais, planícies e reservatórios)	A/D	N.º/Número de eventos/tempo N.º/Número de eventos/ÁREA alagada correspondente	Nº/decadas/ano/ m²/área	Pesquisa documental/dados de operação
REGIME FLUVIAL	A/D/M	VARIABILIDADE ANUAL DAS VAZÕES (inclui máximas pluviais e inundações)	m³/vezes médias mensais/decadáculo	Pesquisa documental/ monitoramento
Frequência e Magnitude de VAZÕES FLUMAIS EXTREMAS (originais/ de operação de sistemas hidráulicos canais e reservatórios)	A/D	Número de eventos de VAZÕES EXTREMAS/magnitude/tempo	Nº/vezes/decadas/	Pesquisa documental/ monitoramento
Variabilidade de VAZÕES de reservatórios e outras sistemas hidráulicos	A/D	NÚMERO de eventos/MAGNITUDE das VAZÕES/tempo	m³/decadas/ano;	Pesquisa documental/dados de operação
Variabilidade de VAZÕES SÓLIDAS em fluxos fluviais e de vertentes	A/D	VAZÕES SÓLIDAS/volume/temposistema Textura	m³/decadas/ano/ década	Pesquisa documental/ Monitoramento de Campo/ Análises Laboratoriais
BALANÇOS de TIPOS de FLUXOS HÍDRICOS em sistemas Fluviais e de vertentes	A/D	PARTICIPAÇÃO RELATIVA/TIPO de fluxo/tempo/área/sistema Participação relativa/TIPO de fluxo/TAXAS DE EROSÃO correspondentes/ tempo/sistema	Percentual tipo/área/ano/ década/m²/ano? sistema percentual tipo/m³/área/ década/ano/ sistema	Monitoramento de Campo
Taxas e balanços de tipos de processos de EROSÃO e TRANSPORTE em Sistemas Fluviais	A/D/M	VOLUME anadiônio de processo: solo/lo, suspensão, nimento e calada e instalação/ desassoreamento/TEMPO participação relativa volume/ PROCESSO/TEMPO VAZÕES SÓLIDAS (p/ TEMPO)	m³/tipo/área/ano/ década; percentual em m³/ tipo de processo/ década/ m³/área/tempo/ processo/área/ década/ano/ década	Cartografia, Pesquisa documental e Monitoramento
Taxas de DEPOSIÇÃO Colacionamento/Accreção e calagem	A/D/M	VOLUME de sedimentos/TEMPO, ÁREA/ sistema/ Volume/TEMPO SISTEMA/áreas/TEMPO (sistemas: Fluviais, Vertentes e Rios/laçadores).	m³/área/área/ano/ m³/área/ano/ m³/ano total /m²/ano? percentual abetação/ano/ década/ano	Catárofia, Fotointerpretarão, Imagens, Pesquisa documental, Monitoramento de Campo

Fonte: Adaptado de (RODRIGUES)

### **3.2 PROCEDIMENTOS**

Conforme metodologia apresentada por Rodrigues (2004), a fim de investigar sobre a validade da hipótese formulada na introdução, de que a estrada se constitui como uma barreira física mal dimensionada e mal concebida para o escoamento fluvial, barrando principalmente o escoamento fluvial e superficial, e alterando a dinâmica hidrológica de seu entorno, foram estabelecidos três procedimentos metodológicos principais para a realização deste estudo: 1) Elaboração de um esboço morfológico da rede de drenagem original; 2) Trabalho de campo para levantamento de dados sobre aspectos relativos à dinâmica hídrica atual da face sudoeste e oeste do Morro do Cedro; 3) Elaboração de um esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica da face sudoeste e oeste do Morro do Cedro.

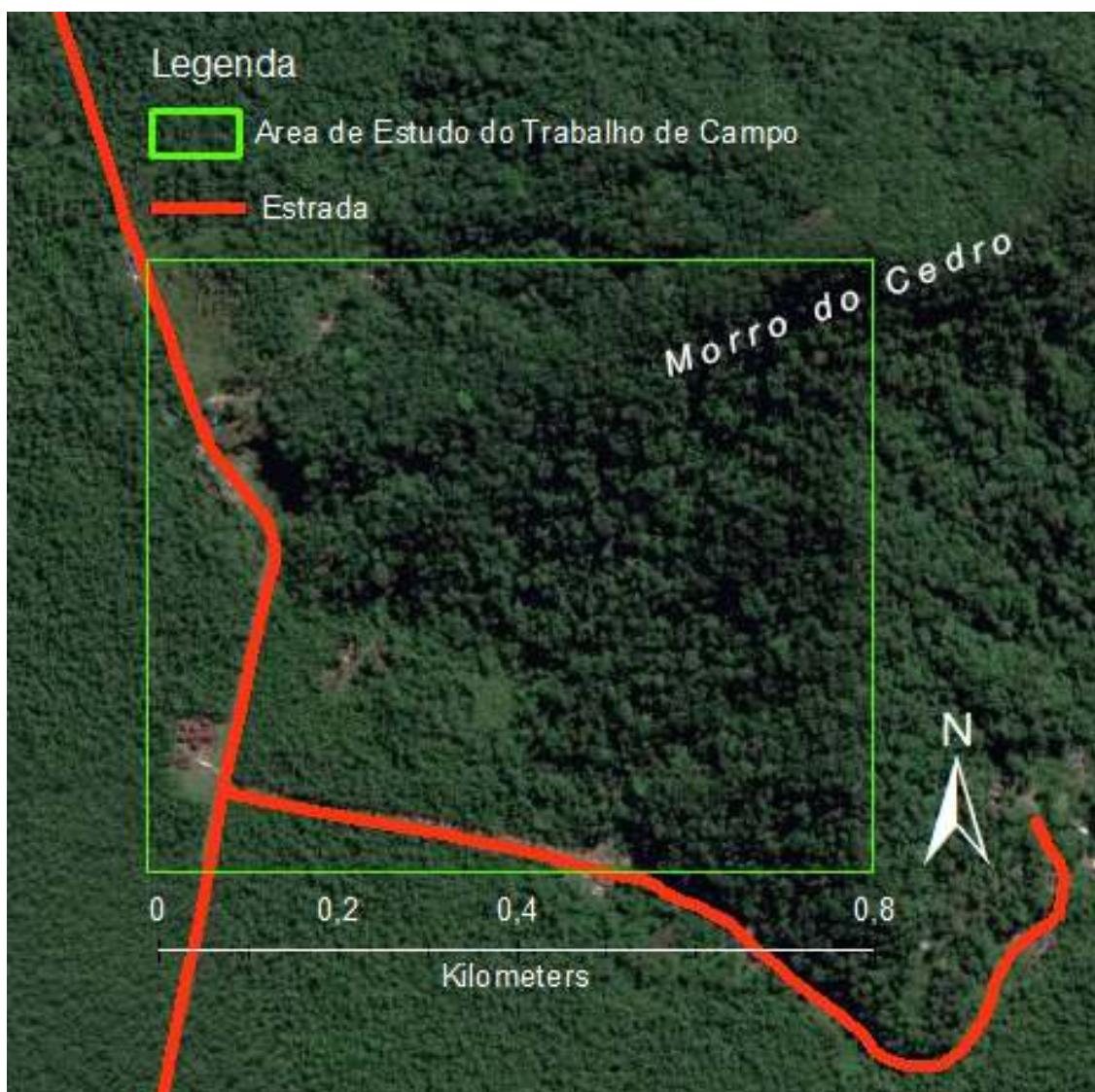
Considerando a capacidade de obtenção de dados em campo para realização do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica, foi definida uma área de estudo de aproximadamente 60 hectares (face sudoeste e oeste do Morro do Cedro) para realização dos procedimentos.

Figura 23 – Mapa da área de levantamento de campo



Fonte: Esri ArcGis Imagery Basemap e IBGE

Figura 24 – Mapa da área de levantamento de campo



Fonte: Esri ArcGis Imagery Basemap

### **3.2.1 Esboço morfológico da rede de drenagem original**

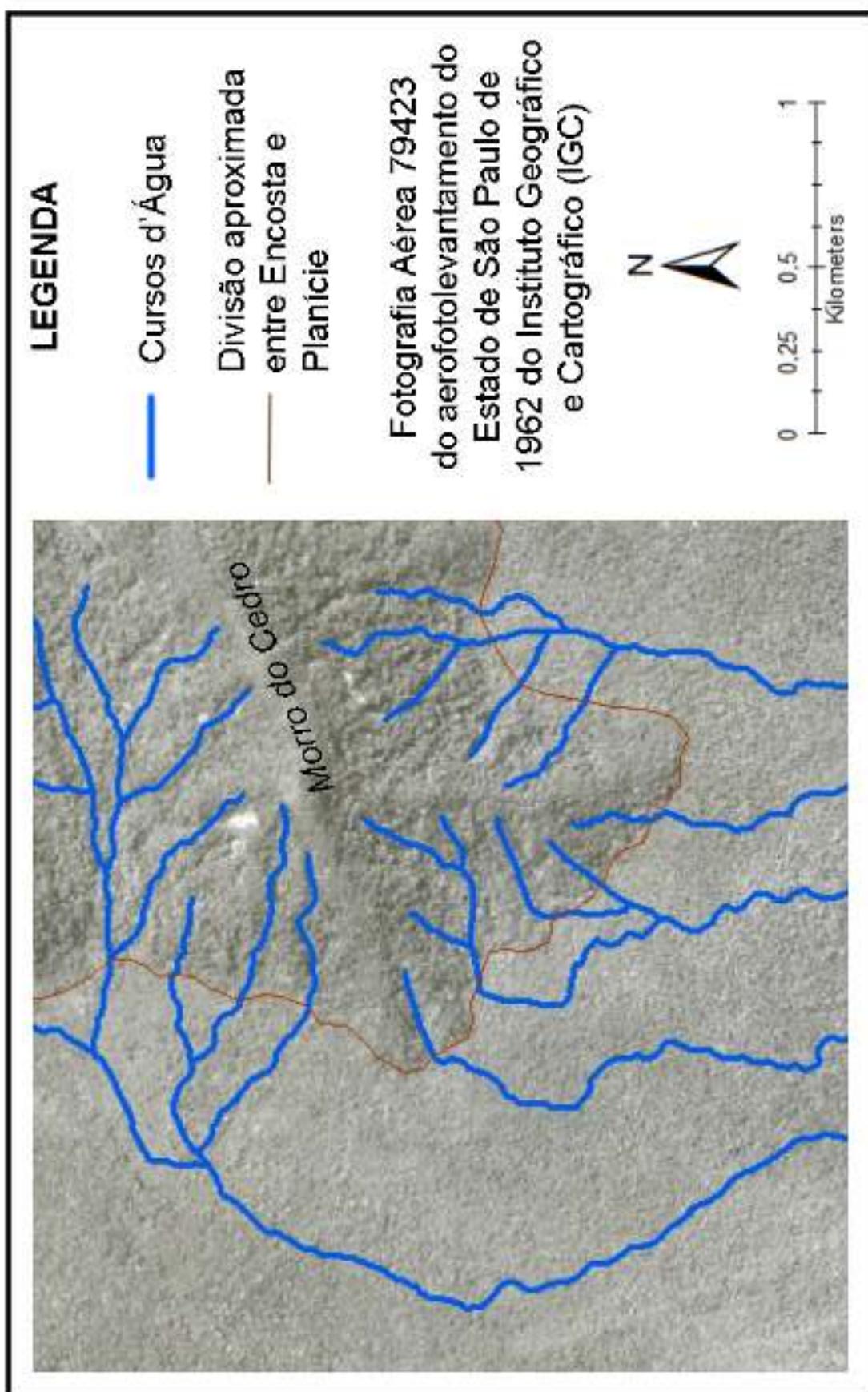
O esboço morfológico da rede de drenagem original foi realizado com base nas fotografias áreas “79423” e “79424” (IGC, 1962) e apresenta o percurso original da rede de drenagem da área de estudo anteriormente à construção da estrada.

A realização do esboço morfológico da rede de drenagem original consistiu nos seguintes procedimentos:

- Levantamento das fotografias aéreas de 1962 do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) que correspondem à área de estudo: “79423” e “79424” (obtidas no Laboratório de Sensoriamento Remoto (LASERE) do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da Universidade de São Paulo (USP));
- Digitalização e impressão de cópias das fotografias áreas;
- Definição dos conteúdos da legenda (cursos d’água e compartimentos do relevo);
- Fotointerpretação com utilização de estereoscópio (aparelho que permite a visualização do relevo em 3 dimensões) para delimitação da rede de drenagem e compartimentos do relevo;
- Digitalização da fotografia aérea contendo as delimitações;
- Georreferenciamento da fotografia aérea digitalizada utilizando o software ArcGis (versão 10.7);
- Vetorização em formato “shapefile” da rede de drenagem e da compartimentação do relevo;
- Digitalização da fotografia aérea “79423”, sem as delimitações;
- Inclusão dos “shapefiles” criados na fotografia aérea “79423”;
- Finalização do esboço utilizando o software ArcGis (versão 10.7): inclusão de título, escala, norte e toponímia.

O resultado é um retrato das condições naturais da bacia hidrográfica, em 1962, anteriormente à intervenção antrópica (construção da estrada). A bacia hidrográfica se encontrava em equilíbrio dinâmico, sem alterações na dinâmica hidrológica natural.

Figura 25 – Esboço morfológico da rede de drenagem original



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 15/11/2019

### **3.2.2 Trabalho de Campo**

O trabalho de campo foi realizado entre os dias 9 e 13 de outubro de 2019 e consistiu nos seguintes procedimentos:

- Conversas preliminares com a comunidade local;
- Definição da área de levantamento de campo;
- Medição da altura da estrada em relação ao nível de seu entorno;
- Identificação da rede de drenagem atual e identificação preliminar de áreas alagadas;
- Realização de percursos para reconhecimento de áreas alagadas;
- Medição de profundidade da lâmina d'água das áreas alagadas;
- Identificação dos canos construídos na estrada para o escoamento fluvial;
- Medição das áreas das secções transversais dos canais fluviais à montante da estrada e das áreas das secções transversais dos canos construídos na estrada para o escoamento fluvial.

Os procedimentos encontram-se descritos com maiores detalhes no capítulo 4 (Resultados e Discussões)

### **3.2.3 Esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica**

O esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica foi realizado com base na imagem de satélite “Imagery Basemap” do software ArcGis (versão 10.7) e com base nas informações levantadas no trabalho de campo realizado em outubro de 2019.

O esboço foi realizado em escala 1:6.000 e compreende a área de estudo do trabalho de campo (face sudoeste e oeste do Morro do Cedro) (ver figura 24).

A realização do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica consistiu nos seguintes procedimentos:

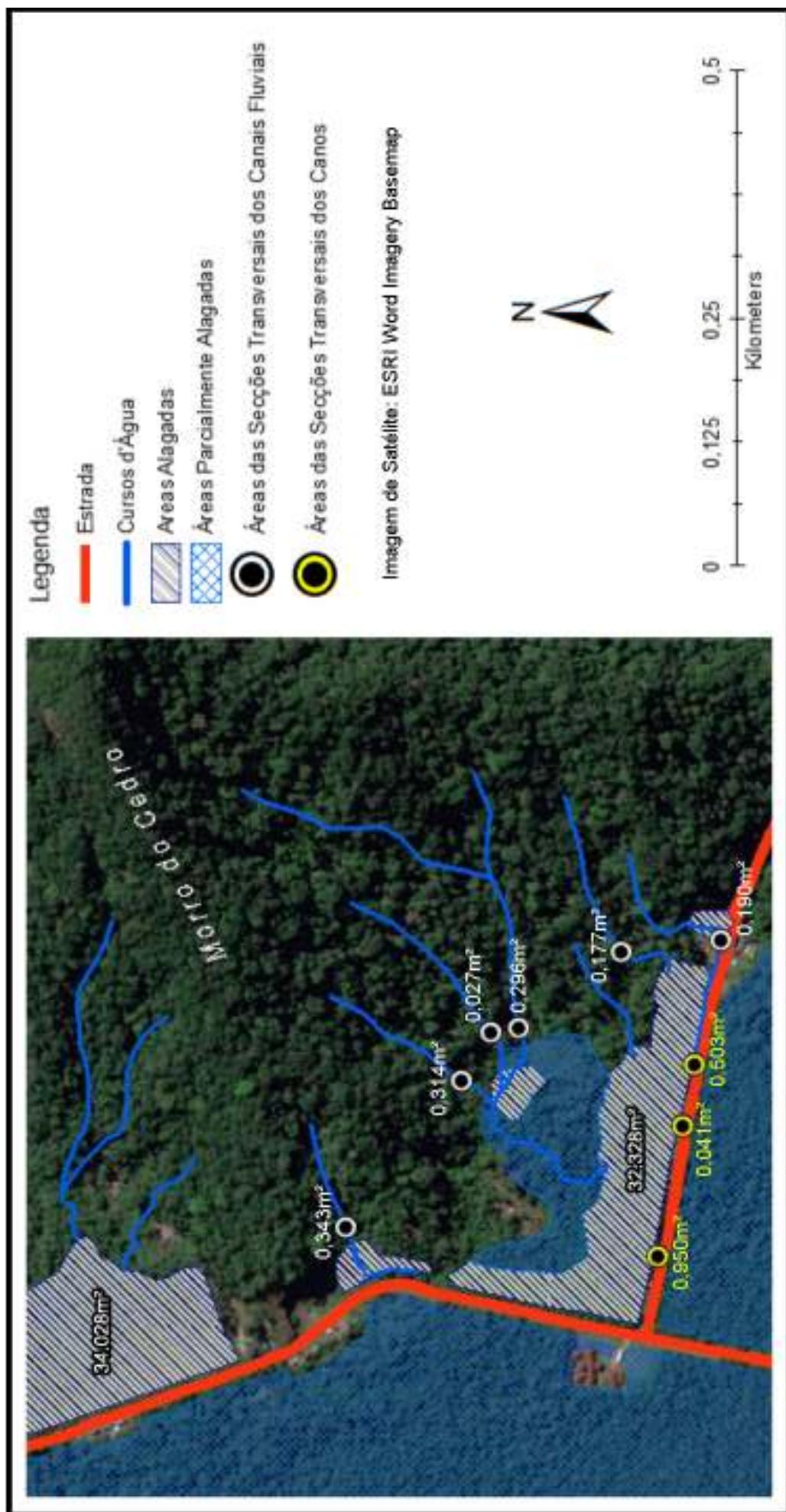
- Levantamento das imagens de satélite “Imagery Basemap” do software ArcGis (versão 10.7) que compreendem a área de estudo;
- Definição dos conteúdos da legenda: estrada; cursos d’água; áreas alagadas; áreas parcialmente alagadas; áreas das secções transversais dos canais fluviais; e áreas das secções transversais dos canos construídos na estrada para o escoamento fluvial;
- Fotointerpretação e vetorização em formato “shapefile” da estrada;
- Identificação com aparelho GPS da rede de drenagem próxima aos pontos de cruzamento com a estrada (na planície) em trabalho de campo realizado em outubro de 2019 (procedimento explicado com maiores detalhes na seção 4.2);
- Inclusão da rede de drenagem georreferenciada levantada em trabalho de campo;
- Identificação de áreas alagadas próximas aos pontos de cruzamento entre canais fluviais e a estrada e medição de profundidades da lâmina d’água em trabalho de campo realizado em outubro de 2019 (procedimento explicado com maiores detalhes na seção 4.2);
- Inclusão das informações georreferenciadas sobre as áreas alagadas levantadas em trabalho de campo;
- Medição das áreas alagadas com o software ArcGis (versão 10.7);
- Medição das áreas das secções transversais dos canais fluviais à montante da estrada e medição das áreas das secções transversais dos canos construídos na estrada para o escoamento fluvial, em trabalho de campo realizado em outubro de 2019 (procedimento explicado com maiores detalhes na seção 4.3);

- Inclusão das informações georreferenciadas sobre as áreas das secções transversais dos canais fluviais e dos canos levantados em trabalho de campo;
- Fotointerpretação e vetorização em formato “shapefile” da rede de drenagem que não foi identificada em trabalho de campo (na encosta), com base na rede de drenagem original (delimitada no esboço morfológico original) e na informação de hidrografia disponível no site Datageo (IGC, 2014);
- Finalização do esboço utilizando o software ArcGis (versão 10.7): inclusão de título, escala, norte e toponímia.

O resultado é uma cartografia de aspectos relativos à dinâmica hídrica atual da face sudoeste e oeste do Morro do Cedro, apresentando a posição dos canais fluviais, uma proposta de delimitação das áreas alagadas e informações sobre as áreas das secções transversais dos canais e dos canos construídos nos pontos de cruzamento destes com a estrada.

O esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica aponta para uma situação de intensa modificação na dinâmica hídrica no entorno dos pontos de cruzamento entre a estrada e os canais fluviais (comentada em maiores detalhes na seção 4.4).

Figura 26 – Esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 15/11/2019

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Breve descrição da estrada

Como já mencionado na introdução, a estrada é perpendicular à Rodovia Rio-Santos e parte do bairro de Boracéia em direção à Serra do Mar. Possui aproximadamente 5 quilômetros de extensão e aproximadamente 5 metros de largura (ver figura 1 e 4).

Em análise tático-visual constata-se que o solo de seu leito é predominantemente arenoso. Foram realizadas medições da altura da estrada em relação ao seu entorno. A altura varia em alguns trechos, mas encontra-se em média cerca de 50cm acima do nível de seu entorno.

Em campo foi identificado o local de onde ultimamente, sem estudo de impacto ambiental ou ampla consulta à comunidade, caminhões das prefeituras de Bertioga e São Sebastião retiram sedimentos para refazer o leito da estrada, que é frequentemente carreado para jusante pelas águas da chuva.

Figura 27 – Fotografia do local de onde são retirados sedimentos para refazer o leito da estrada



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 10/10/2019

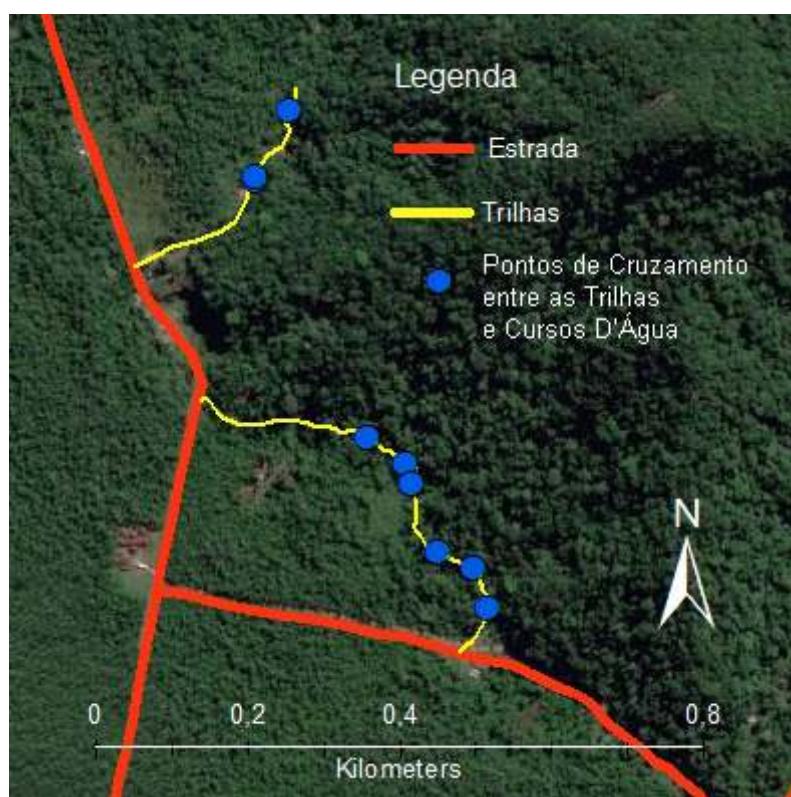
Além deste local retratado na fotografia, no ramal da estrada que vai em direção ao Ribeirão Silveira, há outro local ainda maior de retirada de sedimentos, que é utilizado há mais tempo e que apresenta condições ainda piores quanto à exposição a erosão.

## 4.2 Identificação da rede de drenagem e de áreas alagadas

Com base no esboço morfológico da rede de drenagem original e com auxílio de moradores locais, foram percorridas duas trilhas cujos caminhos coincidem aproximadamente com a divisão entre a encosta e a planície.

Durante as caminhadas foram identificados e georreferenciados os pontos de cruzamento com cursos d'água.

Figura 28 – Mapa das trilhas percorridas e pontos de cruzamento com cursos d'água



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

Portando aparelho GPS, a partir do ponto de cruzamento com a trilha, os cursos d'água foram percorridos para jusante, em direção à estrada.

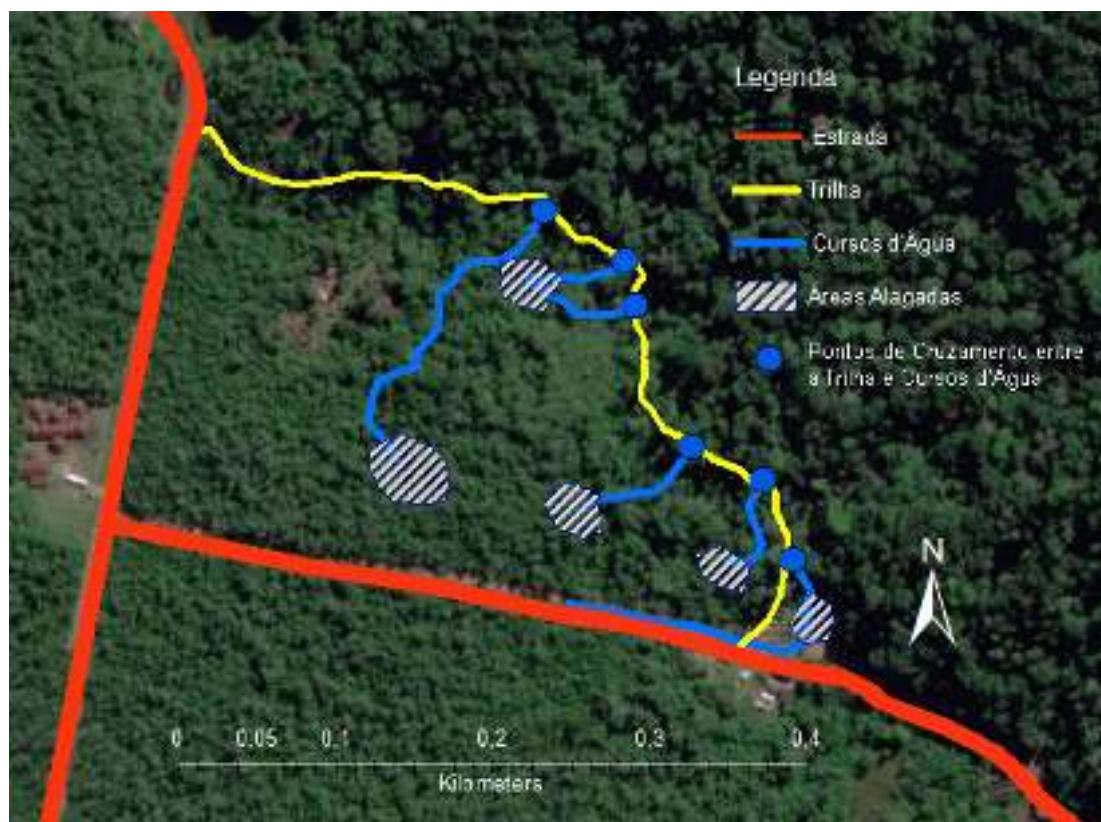
Em todos os casos, após certa distância, antes de encontrar a estrada, a velocidade do fluxo fluvial diminui, até praticamente cessar. Nestes pontos os cursos d'água já não possuem mais formato de canal e seus lentos fluxos fluviais passam a alimentar uma área alagada.

Figura 29 – Mapa dos cursos d’água e áreas alagadas identificadas inicialmente na face oeste do Morro do Cedro



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

Figura 30 – Mapa dos cursos d’água e áreas alagadas identificadas inicialmente na face sudoeste do Morro do Cedro



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

Com base na localização das áreas alagadas inicialmente identificadas (representadas acima), foram realizados alguns percursos para reconhecimento de áreas alagadas, com o intuito de propor uma delimitação das áreas alagadas na face sudoeste e oeste do Morro do Cedro. Durante os percursos foram realizadas algumas medições de profundidade da lâmina d'água e registros fotográficos e de vídeo.

Figura 31 – Mapa dos percursos para reconhecimento de áreas alagadas

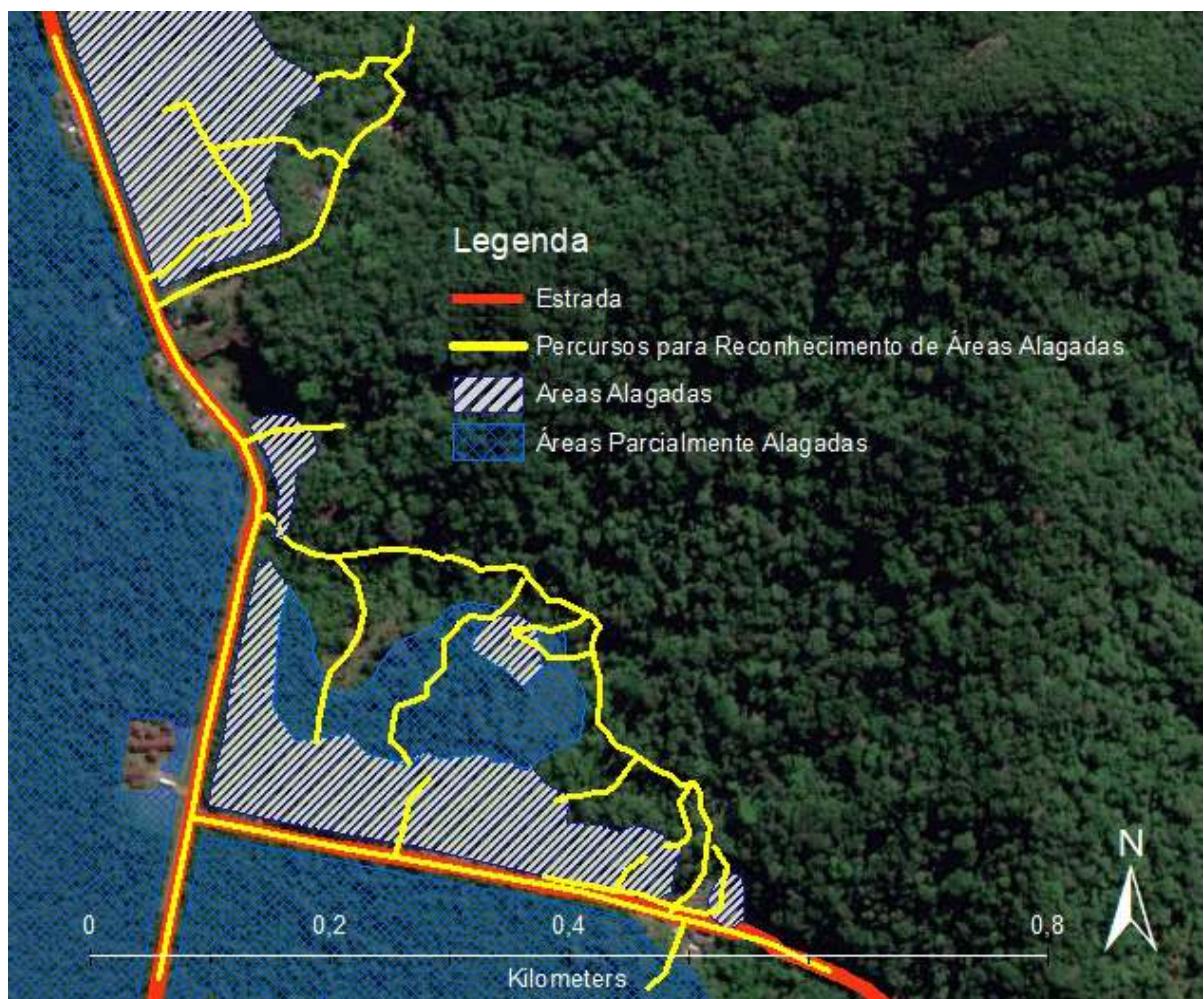


Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

A partir de tais percursos foi proposta uma delimitação das áreas alagadas. Foram estabelecidas duas categorias na legenda: área completamente alagada e área com alternância entre locais alagados ou com solo bastante úmido (parcialmente alagada). Devido à dificuldade em realizar outros percursos de

reconhecimento (pela ausência de trilhas, vegetação bastante fechada e solo lodoso), os limites propostos são aproximados.

Figura 32 – Mapa com uma proposta de delimitação para áreas alagadas e áreas parcialmente alagadas na face oeste e sudoeste do Morro do Cedro



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

Os limites das áreas alagadas (áreas de intersecção do lençol freático com a superfície) devem variar conforme o regime de chuvas. Assim, o mapa-esboço acima representa um retrato aproximado da situação em outubro de 2019.

#### **4.3 Medições das áreas das secções transversais dos canais fluviais e canos da face sudoeste do Morro do Cedro**

Analisando o esboço morfológico da rede de drenagem original e as informações levantadas em campo, verifica-se que a direção aproximada dos canais fluviais da face sudoeste do Morro do Cedro é no sentido norte-sul. Neste local a estrada foi construída aproximadamente no sentido leste-oeste, de forma que os canais fluviais devem cruzar perpendicularmente a estrada para seguir a jusante.

Uma vez que a estrada foi construída em aterro e se situa cerca de 50cm acima do nível de seu entorno, é necessário que haja pontes ou canos nos pontos de cruzamento entre os canais fluviais e a estrada, mantendo áreas de secções transversais compatíveis com os fluxos fluviais. Verifica-se que neste trecho da estrada foram construídos 3 canos e nenhuma ponte.

Considerando que modificações na área da secção transversal de um canal fluvial implicam em alterações na eficiência do fluxo fluvial (ver seção 3.1.2.5), considerou-se apropriado investigar sobre as áreas das secções transversais dos cursos d'água à montante da estrada, e sobre as áreas das secções transversais e posições geográficas dos canos construídos nos pontos de cruzamento com a estrada.

Como já explicado na seção 3.1.2.5, a secção transversal do canal fluvial em um determinado ponto é uma medida em área obtida pelo produto entre a largura e a profundidade do canal.

Conforme metodologia sugerida por Rodrigues (2011), o procedimento para realizar as medições da secção transversal do canal fluvial consiste em: identificação das margens plenas do canal fluvial; medição com trena da distância entre as margens plenas (largura do canal naquele ponto); divisão do valor obtido por 11 de modo a estabelecer 10 pontos equidistantes para medição das profundidades do canal em relação ao nível das margens plenas; medição com régua de aço das profundidades do canal em relação ao nível das margens plenas nos 10 pontos estabelecidos; registro dos valores obtidos em gráfico (que representa a forma aproximada do canal no ponto de medição); e cálculo da área do gráfico obtendo o valor da área da secção transversal do canal fluvial no ponto de medição.

O procedimento para realizar as medições das secções transversais dos canos consiste em: medida do raio do cano e cálculo da área através da fórmula:  $A = \pi \times r^2$

Em cada ponto de medição foi tirada uma fotografia.

Devido a capacidade de obtenção de dados o procedimento acima foi realizado apenas na face sudoeste do Morro do Cedro.

Figura 33 – Mapa dos pontos de medição das áreas das secções transversais dos cursos d'água e dos canos construídos nos pontos de cruzamento com a estrada



Org.: João Paulo Benvenuti. Data: 11/11/2019

As larguras, profundidades, áreas das secções transversais, formatos aproximados e fotografias dos canais fluviais nos seis pontos de medição encontram-se a seguir.

Figura 34 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº1)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 1,50m. Profundidades: 0cm; 8cm; 8cm; 26cm; 25cm; 39cm; 44cm; 43cm; 41cm; 13cm; 5cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,343m<sup>2</sup>

Gráfico 1 – Formato aproximado do canal fluvial nº1

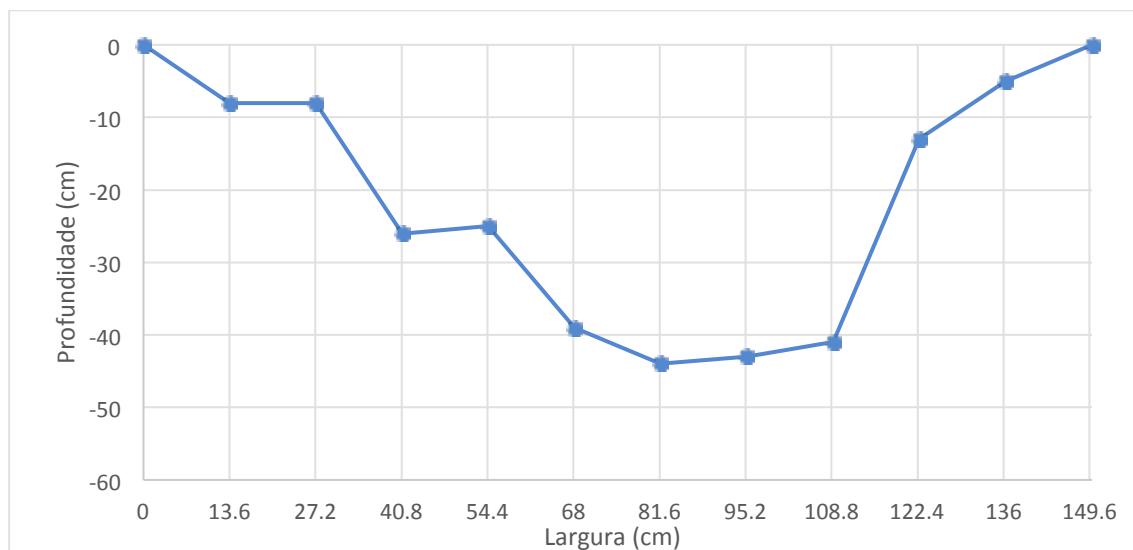


Figura 35 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº2)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 1,32m. Profundidades: 0cm; 17cm; 19cm; 25cm; 27cm; 29cm; 29cm; 29cm; 31cm; 28cm; 28cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,314m<sup>2</sup>

Gráfico 2 – Formato aproximado do canal fluvial nº2

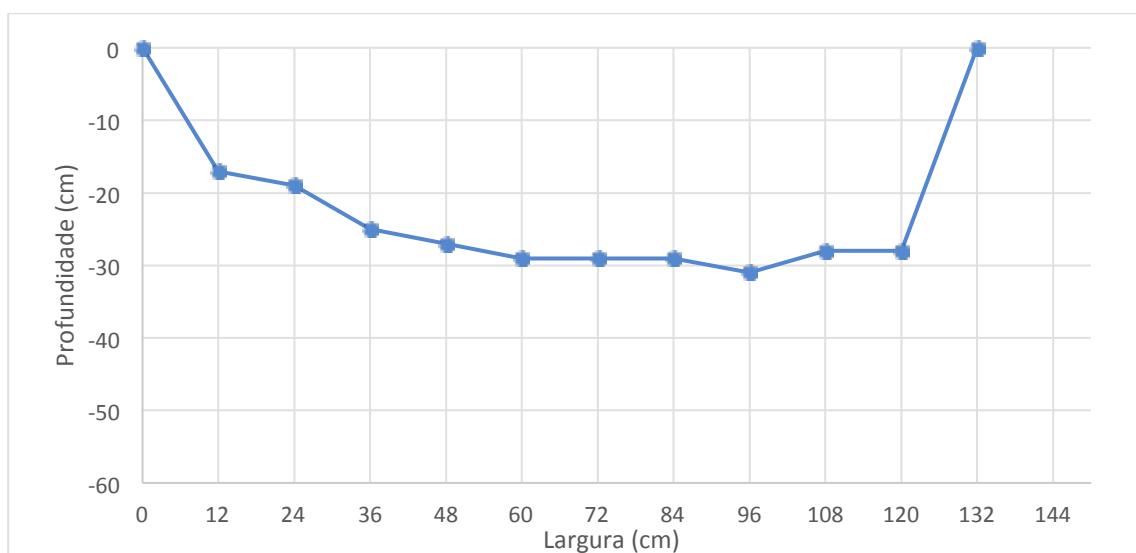


Figura 36 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº3)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 70cm. Profundidades: 0cm; 5cm; 6cm; 6cm; 7cm; 5cm; 3cm; 1cm; 4cm; 3cm; 3cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,027m<sup>2</sup>

Gráfico 3 – Formato aproximado do canal fluvial nº3

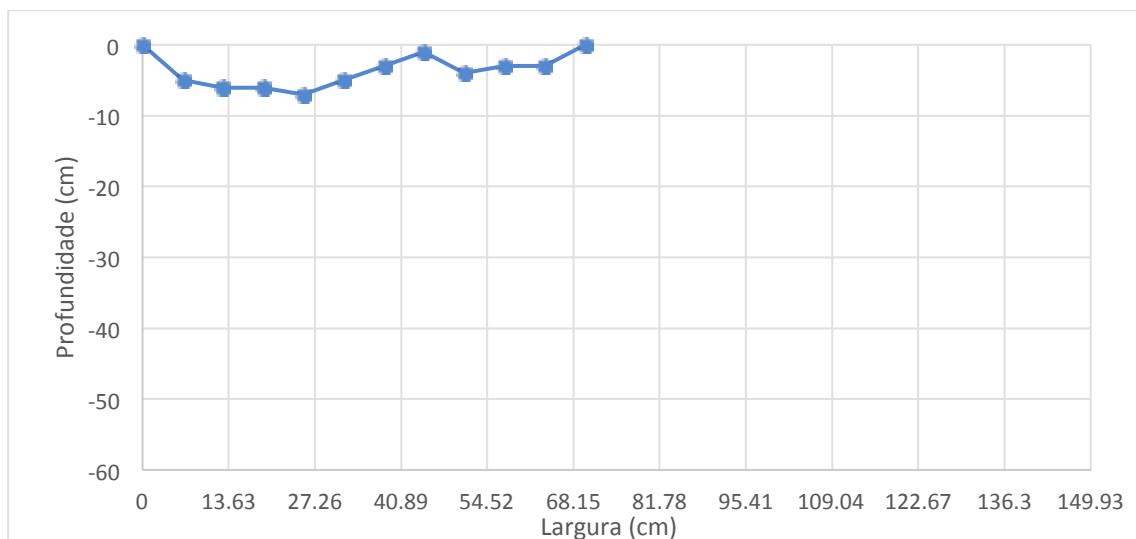
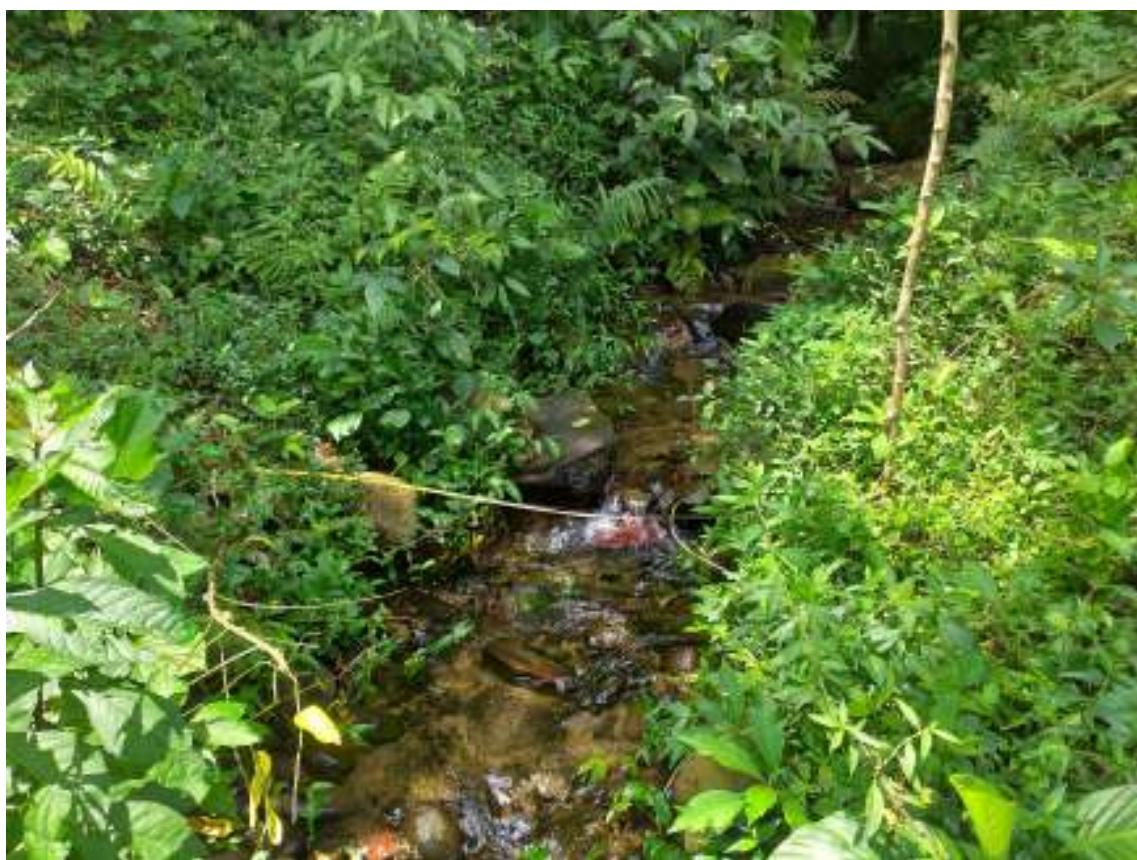


Figura 37 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº4)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 1,50m. Profundidades: 0cm; 16cm; 25cm; 26cm; 21cm; 20cm; 23cm; 35cm; 29cm; 18cm; 4cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,296m<sup>2</sup>

Gráfico 4 – Formato aproximado do canal fluvial nº4

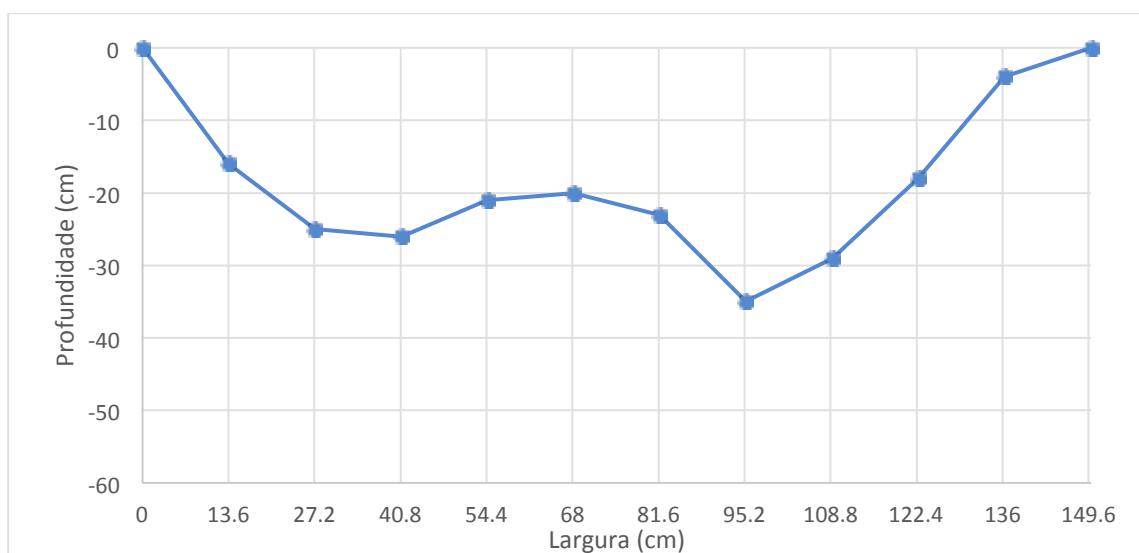


Figura 38 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº5)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 1m. Profundidades: 0cm; 4cm; 9cm; 17cm; 22cm; 25cm; 25cm; 30cm; 26cm; 22cm; 15cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,177m<sup>2</sup>

Gráfico 5 – Formato aproximado do canal fluvial nº5

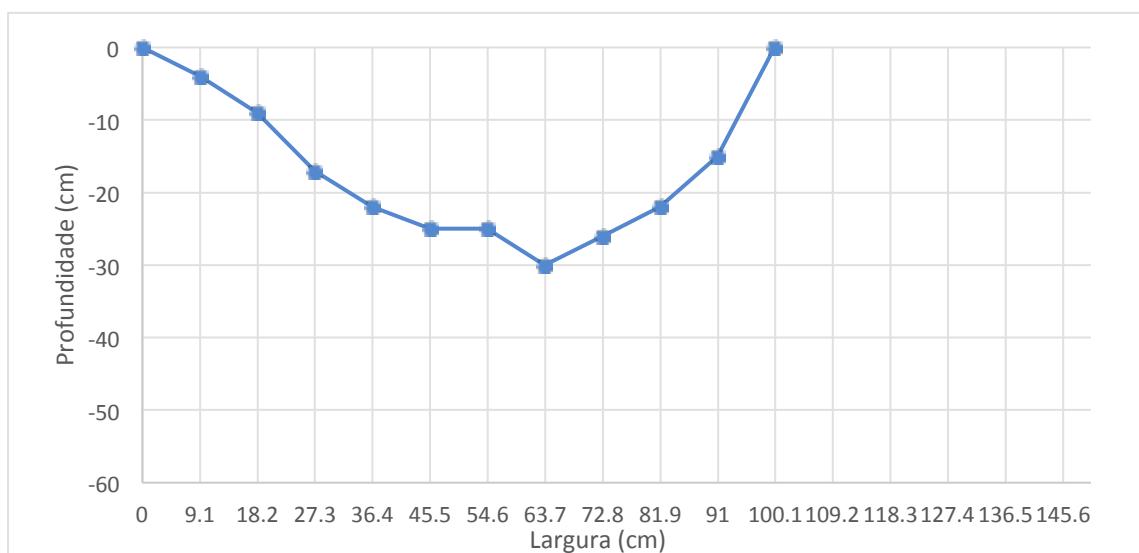


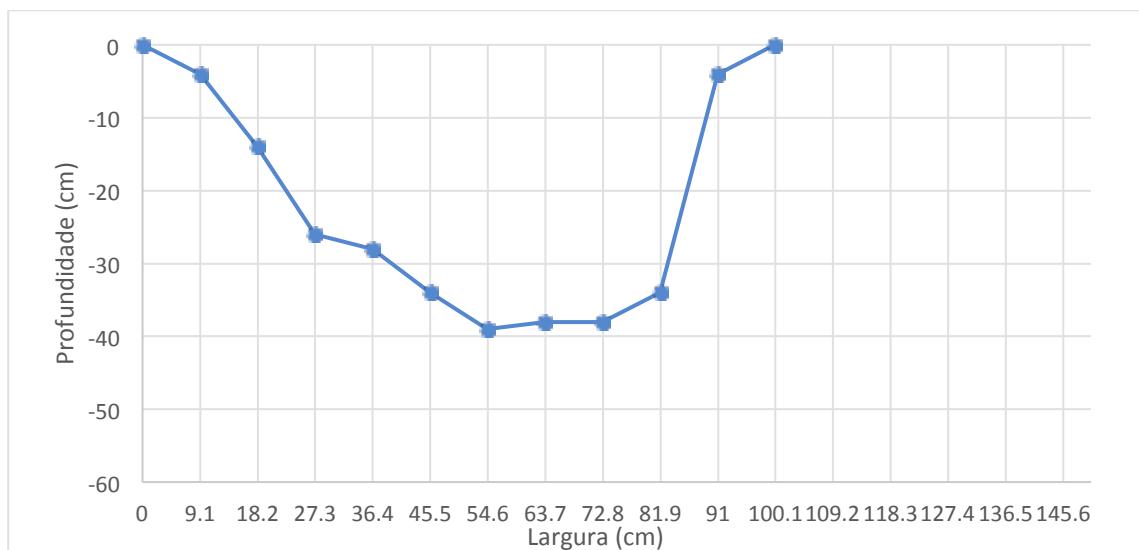
Figura 39 – Fotografia do ponto de medição (canal fluvial nº6)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Largura: 1,50m. Profundidades: 0cm; 4cm; 14cm; 26cm; 28cm; 34cm; 39cm; 38cm; 38cm; 34cm; 4cm; 0cm. Área da secção transversal: 0,190m<sup>2</sup>

Gráfico 6 – Formato aproximado do canal fluvial nº6



Os diâmetros, áreas das secções transversais e fotografias dos três canos encontram-se abaixo.

Figura 40 – Fotografia do ponto de medição (cano nº1)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Raio: 40cm. Área da secção transversal:  $0,503\text{m}^2$

Figura 41 – Fotografia do ponto de medição (cano nº2)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Raio: 11,5cm. Área da secção transversal:  $0,041\text{m}^2$

Figura 42 – Fotografia do ponto de medição (cano nº3)



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 12/10/2019

Raio: 55cm. Área da secção transversal:  $0,950\text{m}^2$

#### **4.4 Hidrodinâmica antropogênica**

O esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica aponta para uma situação de intensa modificação na dinâmica hídrica original da área de estudo. A análise dos dados levantados em trabalho de campo indica que a hipótese inicial pode ser considerada verdadeira. A estrada se constitui como uma barreira física mal concebida e mal dimensionada, barrando o escoamento fluvial e superficial e alterando a hidrodinâmica das áreas em seu entorno.

Foram identificadas extensas áreas alagadas no entorno da estrada, principalmente à montante, mas também à jusante dela, indicando que o lençol freático encontra-se em intersecção com a superfície em grande parte da área de estudo (lençol freático aflorante).

A área não é naturalmente alagada, pois, como já descrito na seção 2.2 (Descrição do Meio Físico), encontra-se na transição entre a encosta e a planície (área de depósito de tálus) e, portanto, não se trata de uma área de depressão intercordões litorâneos, onde seria natural encontrar áreas alagadas e ocorrência de Floresta Paludosa ou Floresta Alta de Restinga Úmida.

Foram identificadas duas áreas principais de lençol freático aflorante (alagadas), ambas à montante da estrada, classificadas no esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica como “áreas alagadas” (ver Figura 26). Uma das áreas possui cerca de 400 metros de largura e cerca de 50 metros de comprimento (1.200 metros de perímetro e 32.328 m<sup>2</sup> de área) e a outra possui cerca de 265 metros de largura e cerca de 120 metros de comprimento (780 metros de perímetro e 34.028m<sup>2</sup> de área). Há ainda uma terceira área alagada decorrente do barramento do canal fluvial nº1, bem menor, com cerca de 50 metros de largura e 30 metros de comprimento (310 metros de perímetro e 2.636 m<sup>2</sup> de área). Além destas, foram também identificadas, porém de maneira preliminar, outras duas áreas ainda mais extensas, à jusante da estrada, que foram classificadas como “parcialmente alagadas” (área com alternância entre locais alagados ou com solo bastante úmido).

A constatação de extensas áreas alagadas na transição entre a encosta e a planície, principalmente à montante, mas também à jusante da estrada, indica que o barramento do escoamento fluvial e escoamento superficial por parte da estrada

causou afloramento do lençol freático no entorno próximo da estrada, local onde reside a maioria da população local.

Figura 43 – Área alagada à montante da estrada



Lâmina d'água com aproximadamente 5 a 10cm.  
Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 11/10/2019

Partindo da encosta, onde os canais fluviais apresentam condição normal, ao percorrê-los para jusante, em direção à estrada, em todos os casos, antes de encontrar a estrada, o leito do canal se torna gradativamente mais lodoso e começam a surgir pequenas áreas alagadas nas proximidades do curso d'água. Mais próximo da estrada as áreas alagadas passam a se tornar maiores e mais constantes, e a velocidade dos fluxos fluviais diminuem significativamente, até praticamente cessar. Nestes pontos os cursos d'água já não possuem mais formato de canal e seus fluxos fluviais passam a alimentar uma extensa área alagada. A partir deste ponto não é mais possível identificar visualmente o canal fluvial, pois toda a área encontra-se alagada, com uma lâmina de água com profundidade variável, em média com cerca de 5cm a 20cm, e que em alguns pontos chega a ser

mais profunda. Partes da área alagada apresentam fluxo lento de água, e partes apresentam água parada.

Figura 44 – Área alagada à montante da estrada



Lâmina d'água com aproximadamente 20cm.  
Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 11/10/2019

Conforme explicado na seção 4.3, considerando a situação de barramento do escoamento fluvial e superficial, considerou-se apropriado investigar sobre as áreas

das secções transversais dos canais fluviais e dos canos construídos na estrada para o escoamento.

Apesar da soma das áreas das secções transversais dos canais fluviais medidas em campo ( $1,347\text{m}^2$ ) resultar em valor semelhante à soma das áreas das secções transversais dos canos ( $1,494\text{m}^2$ ), considerando a extensão da área alagada à montante da estrada, considera-se que os 3 canos construídos no trecho da estrada da face sudoeste do Morro do Cedro não são suficientes para escoar os fluxos fluviais e o escoamento superficial da área.

Quando os lento fluxos de água da área alagada encontram perpendicularmente a estrada, a água só a atravessa e segue para jusante caso o cano construído esteja próximo. Caso contrário, que ocorre na maior parte deste trecho da estrada, o lento fluxo da área alagada não possui força gravitacional para acompanhar a estrada paralelamente até encontrar um dos canos construídos, e acaba por infiltrar no solo, elevando o nível do lençol freático até que este atinja a superfície, tornando a área permanentemente alagada.

Ainda assim, nos 3 locais onde há canos o fluxo fluvial é muito lento. Em decorrência do barramento do escoamento fluvial e superficial por parte da estrada, o aumento da taxa de infiltração de água no solo reduz a capacidade de transporte de sedimentos dos canais fluviais, aumentando a taxa de deposição de sedimentos.

Esta alteração na dinâmica de deposição de sedimentos à montante da estrada agrava as alterações hidrodinâmicas, pois é retroalimentável: o barramento do escoamento fluvial e superficial por parte da estrada aumenta a taxa de sedimentação à montante da estrada, assoreando a área agora permanentemente alagada, o que por sua vez reduz as áreas das secções transversais dos canais fluviais, barrando ainda mais o escoamento fluvial e superficial.

O resultado é cada vez mais acúmulo de sedimentos e uma taxa de infiltração de água no solo cada vez maior, até que haja saturação, acarretando elevação do nível do lençol freático até que este atinja a superfície, tornando a área permanentemente alagada. Considerando estes processos, com o tempo, a tendência é que a área alagada se torne ainda mais extensa, em direção à encosta.

Em análise tático-visual durante os percursos de reconhecimento da área alagada, foi constatado que o solo abaixo da lâmina d'água ou próximo das áreas alagadas apresenta grande quantidade de sedimentos finos ou muito finos.

Figura 45 – Sedimentos finos ou muito finos à montante da estrada



Fotografia realizada em trabalho de campo. Data: 10/10/2019

Outro fator que contribui para o barramento das águas é a possibilidade de entupimento dos canos com matéria orgânica e outros materiais transportados pelos canais fluviais (folhas, galhos, sedimentos), reduzindo as áreas de suas secções transversais.

A posição dos canos em relação aos canais fluviais também é um fator importante a ser observado. Comparando o percurso do canal fluvial nº1 e a posição geográfica dos três canos, verifica-se que o escoamento fluvial deste canal (que por sinal apresenta a maior área de secção transversal medida) é totalmente barrado pela estrada (ver figura 33). O cano mais próximo encontra-se a aproximadamente 285 metros do ponto de cruzamento do canal fluvial nº1 e, portanto, todo o escoamento fluvial deste canal é barrado pela estrada, infiltrando no solo até que este seja saturado, e assim formando outra área permanentemente alagada.

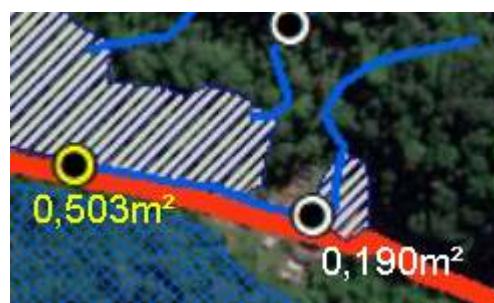
Figura 46 – Detalhe do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica  
(canal fluvial nº1)



Org. João Paulo Benvenuti. Data: 15/11/2019

Foram verificados casos evidentes de alteração do percurso original de alguns canais fluviais. Na área de estudo destaca-se o canal fluvial nº6, que apresenta posição claramente adaptada ao barramento da estrada. No local de encontro do canal fluvial nº6 com a estrada não há cano ou ponte para que este siga seu percurso original, na direção sul. Assim, o canal fluvial se desvia para oeste e acompanha paralelamente a estrada até encontrar com o cano nº1, quando então cruza a estrada e segue para jusante na direção sul, seu percurso original.

Figura 47 – Detalhe do esboço morfológico da rede de drenagem antropogênica  
(alteração do percurso original do canal fluvial nº6)

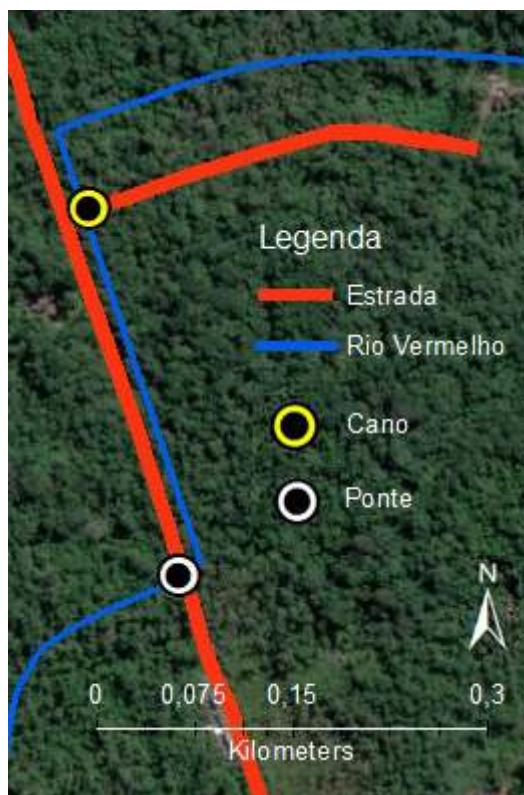


Org. João Paulo Benvenuti. Data: 15/11/2019

Cerca de 500 metros a noroeste do Morro do Cedro, fora da área compreendida pelos esboços morfológicos, foi verificado outro caso semelhante a este. O Rio Vermelho, com vazão consideravelmente maior que as dos canais fluviais da face sudoeste do Morro do Cedro acompanha paralelamente a estrada

por cerca de 350 metros, na direção sul, até que encontre uma ponte, permitindo ao fluxo fluvial cruzar a estrada e seguir seu percurso original, na direção oeste.

Figura 48 – Alteração do percurso original do Rio Vermelho



Org. João Paulo Benvenuti. Data: 15/11/2019

A evidente alteração do percurso original de alguns canais fluviais é outro fator observado que contribui para a confirmação da hipótese inicial.

Portanto, em resumo, a constatação de extensas áreas alagadas em área de transição entre a encosta e a planície, a existência de apenas 3 canos construídos na estrada para o escoamento fluvial na área de levantamento de campo, a grande camada de sedimentos finos ou muito finos à montante da estrada e a evidente alteração do percurso original de alguns canais fluviais confirmam a hipótese inicial. A estrada se constitui como uma barreira física mal dimensionada e mal concebida para as características hidrodinâmicas locais, barrando o escoamento de canais fluviais e do escoamento superficial, aumentando a taxa de sedimentação à montante da estrada, elevando o nível do lençol freático e saturando o solo em superfície de seu entorno.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

"A relação que os Guarani estabelecem com a natureza, os espíritos e os seres humanos (Guarani ou não) é orientada por um conjunto de regras e normas de conduta. São elas que compõem a estrutura das relações sociais e cosmológicas denominadas nhandereko (nossa modo de ser). O cumprimento de tais normas assegura à comunidade a comunicação com o sobrenatural. É o compromisso da comunidade com seu nhandereko que propicia a eficácia de seus pajés. Só assim, eles são capazes de ouvir as belas palavras e transmiti-las ao grupo. São as instruções transmitidas pelos espíritos aos grandes xamãs-profetas, Nhanderu, que abrem a possibilidade de alcançar a Terra sem Males, destino primeiro da humanidade Guarani. Toda conduta Guarani é, portanto, reflexo de uma relação divina e orientada no sentido de transcender a realidade social. A figura do xamã é fundamental aos Guarani, sendo, na verdade, o guardião do nhandereko. **Para a concretização do nhandereko é fundamental que a comunidade se assente sobre um lugar que reúna condições básicas.** A escolha deste lugar é determinada também pelo xamã que recebe orientação divina. Para que existam condições necessárias à fixação de um tekohá, é preciso que seja mato, que possam plantar, que seja distante do branco, que não haja conflitos, o tekohá não é apenas terra, (a ele) estão associadas a casa e as relações com os parentes: é onde enterram os mortos e onde rezam, onde radica a possibilidade de exercer o direito divino de fazer suas roças." (FUNAI, 2002, p. 2, grifo nosso)

O trecho acima foi retirado do Relatório de Revisão dos Limites da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira, de autoria do antropólogo Carlos Alexandre Barbosa Plínio dos Santos, publicado no Diário Oficial da União em 26 de dezembro de 2002. Ele exprime, em certa medida, a complexidade da cosmovisão Guarani e do nhandereko (nossa modo de ser).

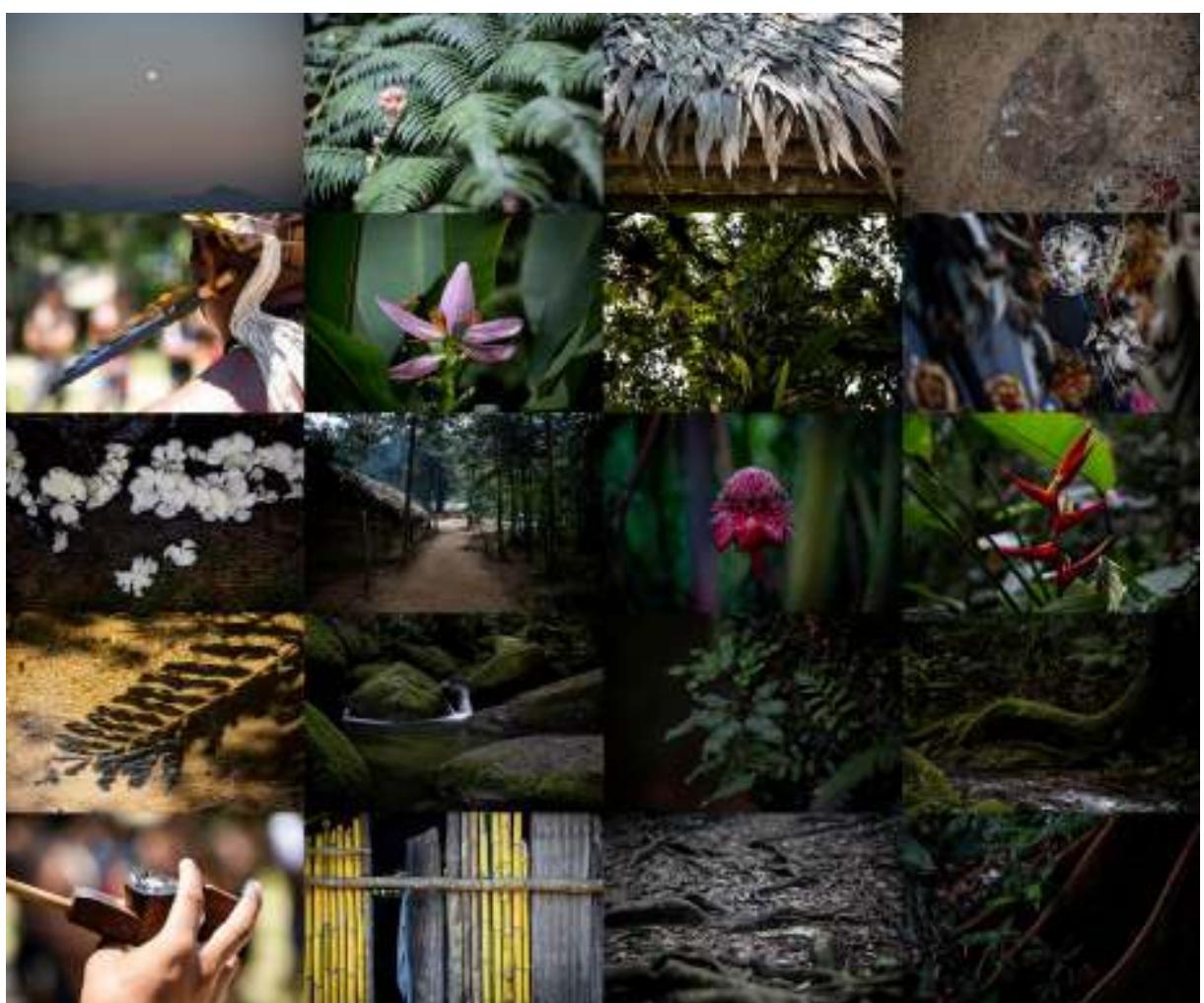
Destaca-se, neste caso, a importância do plantio de roças para a estrutura da vida deste povo. Para que possam viver segundo o nhandereko e se reproduzir física e culturalmente, é importante que possam plantar e cultivar suas roças.

Porém, o barramento dos fluxos fluviais e do escoamento superficial por parte da estrada alterou a dinâmica hídrica original, causando afloramento do lençol freático e surgimento de áreas alagadas, inviabilizando o plantio de roças nestas áreas.

As áreas alagadas também contribuem para o surgimento de problemas relacionados ao saneamento básico. Tendem a favorecer a proliferação de doenças e em alguns casos o nível do lençol freático atinge as fossas sépticas das moradias.

Assim, pode-se considerar que as alterações na dinâmica hídrica decorrentes do barramento dos fluxos fluviais e do escoamento superficial por parte da estrada dificultam o modo de vida tradicional Guarani.

Por essas razões, o aprofundamento do entendimento da comunidade acerca das condições hidrodinâmicas atuais é de suma importância no que se refere a um plano de gestão territorial e ambiental desta terra indígena. Novos estudos sobre o caso, em especial envolvendo as escolas Txeru Ba'e Kuai e Nhembó'e'a Porã, poderão contribuir para ampliar a compreensão da comunidade sobre a hidrodinâmica atual e eventualmente culminar em projetos para reduzir os efeitos do barramento dos fluxos fluviais e do escoamento superficial por parte da estrada.



Fotografias de Alba Rodríguez Núñez da T.I. Guarani do Ribeirão Silveira.  
Data: 10/2019

## **6. REFERÊNCIAS**

- BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A. **Fotografias Aéreas de Bertioga/SP**: Levantamento 0-560. Faixa 01. Fotografia Nº 03. [S. I.: s. n.], 1994.
- BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A. **Fotografias Aéreas de Bertioga/SP**: Levantamento 0-560. Faixa 02. Fotografia Nº 04. [S. I.: s. n.], 1994.
- BELLINGER, Carolina. **Vulnerabilidade das Terras Guarani em São Paulo — Ações Judiciais — Caso da TI Itaóca**. São Paulo: Comissão Pró-Índio de São Paulo. ago. 2012.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Artigo nº 231**. [S. I.: s. n.], 1988.
- BRASIL. **Decreto 94.568, de 8 de julho de 1987**. [S. I.], 1987. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-94568-8-julho-1987-444495-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 9 nov. 2019.
- COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: [s. n.], 1994. cap. 3.
- COMUNIDADE GUARANI DO RIBEIRÃO SILVEIRA. **Pela Ampliação da Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira**: Relatório de seus Moradores à FUNAI. Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira: [s. n.], 2007.
- CONTI, Jose Bueno,; FURLAN, Sueli Angelo; SCARLATO, Francisco. **Clima e meio ambiente**. 5.ed. São Paulo: Atual, 1998. 88 p.
- CRISOSTOMO, Ana Carolina; ALENCAR, Ane; MESQUITA, Isabel; CASTRO SILVA, Isabel; FELLOWS DOURADO, Martha; MOUTINHO, Paulo; DE ARAÚJO LIMA CONSTANTINO, Pedro; PIONTEKOWSKI, Valderli. **Terras Indígenas na Amazônia Brasileira: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento**. Brasília/DF: [s. n.], 2015. Disponível em: [https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/terras\\_ind%C3%ADgenas\\_na\\_amaz%C3%A9lia\\_brasileira\\_.pdf](https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/terras_ind%C3%ADgenas_na_amaz%C3%A9lia_brasileira_.pdf). Acesso em: 18 nov. 2019.

CRUZ, O. **A Serra do Mar e a Preservação de suas vertentes** – Revista Orientação número 07. Universidade de São Paulo - SP. 39-45p. 1986.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: [s. n.], 1994.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Banco de Dados Hidrológicos**: Pluviômetro E2-126. Série histórica 1970 a 1994. Bertioga/SP, 1970 a 1994. Disponível em: <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/Default.aspx?dadosorigem=Pluviom%C3%A9tricos&ugrhi=UGRHI&cidadeugrhi=BAIXADA%20SANTISTA&prefixoposto=E2-126>. Acesso em: 9 nov. 2019.

DUNNE, Thomas.; LEOPOLD, Luna B. (1978) **Water in Environmental Planning**. WH Freeman and Co., New York, 818p.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. - EMPLASA (Estado de São Paulo). **Ortofotos do Estado de São Paulo**. [S. I.: s. n.], 2010/2011. Ortofotos. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 9 nov. 2019.

ESRI. **Basemap Esri ArcGis**: Word Imagery (Região de Bertioga/SP). [S. I.: s. n.], 2019.

FERNANDEZ, Oscar V. Q. **Relações da geometria hidráulica em nível de margens plenas nos córregos de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná**. Geosul v. 19, n. 37, [s. l.], 2004.

FIERZ, Marisa de Souto Matos. **As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do Estado de São Paulo**: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 2008. 410 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, São Paulo, 2008.

FIERZ, Marisa de Souto Matos, et. al. . **Diagnóstico Socioambiental para Criação de Unidades de Conservação - Polígono Bertioga**: Relatório Final. [S. I.: s. n.], 2008.

FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. **Vertical movements in continental southern Brazil during the Cenozoic**. In: Mörner, N.A. (ed) Earth Theology, isostasy and eustasy, Hohn Wiley & Sons. Ltd. N York: 419-425. 1980.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO - FUNAI. **Despacho nº 204 de 26 de dezembro de 2002**. [S. I.], 26 dez. 2002. Disponível em: [https://guarani.map.as/media/2002\\_RCI\\_revisao\\_ribeiraosilveira.pdf](https://guarani.map.as/media/2002_RCI_revisao_ribeiraosilveira.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.

GOOGLE. **Google Earth**: Imagem de Satélite Landsat/Copernicus (Região de Bertioga/SP). [S. I.: s. n.], 1984.

HEWLETT, J.D.; NUTTER, W.L. **The varying source area of streamflow from upland basins**: Proceedings of the Symposium on Interdisciplinary Aspects of Watershed Management., New York, p. 65-83, 1970.

HORTON, Robert E. (1933) **The Role of Infiltration in the Hydrologic Cycle**. Transactions of the American Geophysics Union, 14th Anual Meeting, pp. 446-460.

INSTITUTO FLORESTAL. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. [S. I.: s. n.], 2017. Informação geográfica. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>. Acesso em: 18 nov. 2019.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. **Hidrografia preliminar na escala 1:25.000 das Região Leste do Estado de São Paulo**. [S. I.: s. n.], 2010. Informação geográfica. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>. Acesso em: 18 nov. 2019.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. **Levantamento Aerofotográfico do Estado de São Paulo**: Fotografia Aérea 79423. [S. I.: s. n.], 1962.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. **Levantamento Aerofotográfico do Estado de São Paulo**: Fotografia Aérea 79424. [S. l.: s. n.], 1962.

LADEIRA, Inês; TIÃO, Maria. **Karai - O Dono das Chamas**. Direção: Inês Ladeira e Tião Maria. [S. l.: s. n.], 1985. Filme.

LADEIRA, Maria Inês. **Espaço Geográfico Guarani-Mbya**: significado, constituição e uso. Maringá: Eduem, 2008. 228 p.

\_\_\_\_\_ **O Caminhar sob a Luz**: território mbya à beira do oceano. São Paulo: Unesp, 2007. 200 p.

LADEIRA, Maria Inês; AZANHA, Gilberto. **Os Índios da Serra do Mar**. São Paulo: CTI - SP, 1988. 71 p. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/livros/os-indios-da-serra-do-mar-presenca-mbya-guarani-em-sao-paulo>. Acesso em: 25 nov. 2019.

LIMA, C. R. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo**. Uma abordagem geomorfológica. Dissertação de Mestrado . São Paulo, FFLCH/USP. 1990

LOPES, Elisabete Aparecida. **FORMAÇÕES FLORESTAIS DE PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA ENCOSTA E SUA RELAÇÃO COM O SUBSTRATO GEOLÓGICO DAS BACIAS DOS RIOS ITAGUARÉ E GUARATUBA (BERTIOGA, SP)**. 2007. 126 p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação no Programa Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, [S. l.], 2007.

MACÁRIO, Dafran Gomes; VILLANUEVA, Rosa Elisa. **Núcleos Regionais Sul e Sudeste**: A Experiência do Projeto GATI em Terras Indígenas. Brasília (DF): IEB, 2016.

MACEDO, Valéria Mendonça de. **Parecer Técnico de 5 de Maio de 2008 em Resposta à Instrução Executiva Emitida pela DAF/FUNAI em 5 de outubro de 2007**. São Paulo: [s. n.], 2008.

MACEDO, Valéria Mendonça de. **Nexos da Diferença**: Cultura e Afecção em uma Aldeia Guarani na Serra do Mar. 2009. Tese (Programa de Pós-Graduação em Antropologia) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, [S. I.], 2009.

MESCERJAKOV, J.P. **Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture**: um nouvel instrument de l'analyse géomorphologique, Annales de Geographie, nº 423, 1968.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. **Portaria Declaratória MJ 1.236/2008**. [S. I.], 1 jul. 2008. Disponível em: <https://guarani.map.as/media/portariaMJSilveira.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2019.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul oriental do Brasil**: contribuição metodológica à análise dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1969 (Série Teses e Monografias).

RODRIGUES, Cleide. **A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia**: Tributos a leituras Geográficas. In: CARLOS, A. F; OLIVEIRA, A. U. de. (Org.). As Geografias de São Paulo. São Paulo: Contexto, 2004, v. 1, p. 89-114.

---

**Geomorfologia Aplicada**: Avaliação de Experiências e de Instrumentos de Planejamento Físico-Territorial e Ambiental Brasileiros. 1997. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, [S. I.], 1997.

---

**Anthropogeomorphology**. In: Anais da Regional Conference on Geomorphology, 1999, Rio de Janeiro. Anais da Regional Conference on Geomorphology, 1999. v. 1. p. 100-110.

---

**Efeitos da Urbanização em Sistemas Geomorfológicos**. O Exemplo de São Paulo - Brasil. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005.

---

**URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS EM SISTEMAS HIDROGEOMORFOLÓGICOS: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE METODOLOGIA NA GRANDE SÃO PAULO**. São Paulo. Sem data. Disponível em:

<https://tietevivo.files.wordpress.com/2008/06/cleide-rodrigues.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel Fernando. Técnicas de Hidrografia. In: VENTURI, Luis Antonio Bittar. **Geografia: Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula.** [S. l.]: Sarandi, 2011. cap. 3, p. 57 - 82.

RODRIGUES, C.; COLTRINARI, L. Geoindicators of Urbanization Effects in Humid Tropical Environment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. In: 32nd International Geological Congress, 2004. Proceedings of 32nd International Geological Congress, 2004

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Relevo Brasileiro: Uma Nova Proposta de Classificação.** [S. l.], p. s, 1985.

SADOWSKI, G. R. & Hassui, Y. **Evolução Geológica do Pré-Cambriano na Região Sudeste do Estado de São Paulo**, Revista Brasileira de Geociências vol.6, 1976 pp182 - 200. 1976.

SAMPAIO, P.S. **Levantamento florístico das lianas de uma restinga na praia de Itaguaré, município de Bertioga, São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, [S. l.], 1990.

SOUZA, Célia Regina de Gouveia. **Ambientes Sedimentares de Planície Costeira e Baixa-Média Encosta em Bertioga (SP),** [s. l.], 2007. Disponível em: [http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007\\_celia\\_oral2\\_quatcost.pdf](http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007_celia_oral2_quatcost.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente Fluvial.** Curitiba: UFPF, 1979. 183 p.

SUGUIO, K., MARTIN, L. , BITTENCOURT, A C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., FLEXOR, J. M., AZEVEDO, A E. G. **Flutuações do nível Relativo do mar durante**

**o Quaternário Superior ao longo do Litoral Brasileiro e suas Implicações na Sedimentação Costeira.** Ver. Brás. Geociências. 15 (4), p. 273-286. 1985.

SUGUIO, K., MARTIN, L. **Formação das Planícies Costeiras.** II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul Sudeste Brasileira, estrutura, função e manejo. Anais. Águas de Lindóia. P. 201-245. 1990.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Formações Quaternárias marinhas do Litoral Paulista e Sul Fluminense.** São Paulo, 1978 Publicação Especial. São Paulo, IGCB/CGUSP (International Symposium on Costal Evolution in the Quaternary). 1978.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço profundamente a todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho, direta ou indiretamente...

Ao Luiz Alberto Benvenuti, em quem tanto confio, e à Maria Teresa Lacôrte, que agora tudovê. Grandes inspirações dessa caminhada.

À Luiza Elias, minha companheira, por toda a parceria de sempre.

À minha irmã Mariana, grande parceira dessa vida, e aos queridos Pedro e Luca.

Aos fundadores e conselheiros do Instituto Maracá, em especial à Adriana Calabi, com quem tenho a sorte de trabalhar atualmente.

À Cristine Takuá e ao Carlos Papá, por todos os ensinamentos.

À Cleide Rodrigues, importante professora e orientadora deste estudo.

À Maria Inês Ladeira, pelas informações e fotografias.

À Marisa de Souto Matos Fierz, por toda a orientação, pelo auxílio com o material de campo e pela disponibilidade em participar da banca de apresentação.

À Juliana da Costa Mantovani, também pela disponibilidade em participar da banca de apresentação.

Ao Pablo Nepomuceno, pelas fotos aéreas.

Aos amigos e amigas da faculdade, com quem tanto aprendi...

Aos antigos amigos, verdadeiros irmãos.

Aos primos e primas de Piracicaba e aos Lacôrte em geral...

E, por fim, à toda comunidade Guarani do Rio Silveira.

A guyjeyvete.