

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
TRABALHO DE GRADUAÇÃO INDIVIDUAL EM GEOGRAFIA II (FLG0499)

JONATHAN OLIVEIRA DE LIMA

Análise de variáveis sociais e do meio físico relacionadas à suscetibilidade às inundações/enchentes do centro urbano do Município de Francisco Morato/SP

São Paulo

2021

JONATHAN OLIVEIRA DE LIMA

Análise de variáveis sociais e do meio físico relacionadas à suscetibilidade às inundações/enchentes do centro urbano do Município de Francisco Morato/SP

Trabalho de graduação individual apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Cleide Rodrigues

De acordo: __/__/____

Assinatura da orientadora:

São Paulo

2021

Aos meus pais, Marcelo e Inês, e aos amigos que tanto me apoiaram e
incentivaram.

RESUMO

Esta pesquisa tem o objetivo de estudar inundações/enchentes no centro urbano do município de Francisco Morato, localizado na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande, por meio da análise de variáveis sociais e do meio físico, sendo elas relativas: à formação socioespacial municipal e metropolitana, à apropriação do meio físico, à geomorfologia fluvial, à geologia, ao clima e à alguns aspectos da gestão territorial. Conteúdos e parâmetros descritivos da bacia hidrográfica foram considerados, bem como a abordagem deste conceito-categoria, este tomado como um sistema aberto e dinâmico, em que também se inserem ações antrópicas nos processos e eventos investigados. Por meio de consideração de estudos sobre o processo de urbanização de São Paulo e sua região metropolitana, bem como de dados cartográficos primários e secundários obtidos, foi possível concluir que a área de estudo se insere na lógica geral de urbanização da metrópole, em que a especulação imobiliária tem papel relevante, bem como o ordenamento territorial é ineficiente, somando-se a isso, tinha características geomorfológicas desfavoráveis à apropriação urbana. Portanto, a combinação dessa configuração espacial dada pela lógica da especulação imobiliária agravada pela situação social da população de baixa renda junto ao quadro natural de vales encaixados de alta declividade e as planícies de inundação dentro de uma configuração planáltica geram agravamento na situação de desastre das inundações/enchentes.

Palavras-chave: Francisco Morato; Inundações/Enchentes; Geomorfologia Fluvial.

ABSTRACT

This research aims to study floods in the urban center of the municipality of Francisco Morato, located in the hydro-formation sub-basin of the Tapera Grande stream, through the analysis of social variables and the physical environment, which are related to: municipal and metropolitan socio-spatial, physical environment appropriation, fluvial geomorphology, geology, climate and some aspects of territorial management. Contents and parameters of these watershed events were considered, as well as the approach-category, which is taken as an open and activated system, in which anthropic concepts are also inserted in and investigated. By considering studies on the urbanization process of São Paulo and its metropolitan region, as well as primary and secondary cartographic data obtained, it was possible to verify that a study area is part of the general urbanization logic of the metropolis, in which a the study area is part of the general logic of urbanization in the metropolis, real estate speculation plays a relevant role, as well as the territorial planning is inefficient, in addition to this, it had geomorphological characteristics that were unfavorable to urban appropriation. Therefore, a configuration given by the logic of real estate speculation aggravated by the social situation of the low-income population, high-slope nesting and as flood structures within a spatial plateau configuration will result in a situation of aggravated disaster of floods.

Keywords: Francisco Morato; Floods; Fluvial Geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Região metropolitana de São Paulo.....	3
Figura 2. Construção do túnel em 1866, apenas uma via e duplicação em 1895	4
Figura 3. <i>Uso e ocupação do solo de Francisco Morato / SP</i>	9
Figura 4. Unidades litoestratigráficas de Francisco Morato / SP	10
Figura 5. Geomorfologia da região Jundiaí-Atibaia-Francisco Morato	12
Figura 6. Gráfico de precipitação média mensal no período de 1937 a 2010, Estação E3-047.....	14
Figura 7. Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande	15
Figura 8. Modelo de fluxo superficial e formação de canais de Horton	18
Figura 9. Os tipos de leitos fluviais.....	20
Figura 10. Fotografia panorâmica do centro de Francisco Morato	26
<i>Figura 11. Declividade do município de Francisco Morato</i>	27
Figura 12. Trecho do Ribeirão Tapera Grande que segue em direção ao centro	27
Figura 13. Ribeirão parcialmente canalizado	28
Figura 14. Primeiro ponto de estrangulamento do ribeirão	28
Figura 15. Trecho do ribeirão totalmente canalizado, onde funciona uma área de comércio.....	29
Figura 16. Trecho final do ribeirão que passa pelo centro urbano do município	30
Figura 17. Reservatório de contenção em 2018	30
Figura 18. Área de estudo suscetível à inundação/enchente.....	31
Figura 19. Alagamento na rua Gerônimo Caetano Garcia, em 2020	32
Figura 20. Alagamento ocorrido em frente à estação de trens da cidade, em 2020	32
Figura 21. Obras de Desassoreamento do Reservatório de contenção.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Escolha da área de estudo	2
1.1.1. Localização.....	2
1.2. Breve histórico da área de estudo.....	4
1.3. Problemática de pesquisa	6
1.4. Justificativa e objetivos	6
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	8
2.1. Histórico de apropriação e formação socioespacial	8
2.2. Contexto do meio físico local e regional.....	10
2.2.1. Geologia	10
2.2.2. Geomorfologia	11
2.2.3. Clima	13
2.2.4. Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	16
3.1. Geomorfologia fluvial	16
3.2. Inundações/Enchentes.....	19
3.2.1. Evento Natural.....	19
3.2.2. Situação de desastre	20
3.2.3. Medidas estruturais no controle de inundações/enchentes.....	20
3.3. Procedimentos	21
3.3.1. Levantamento de dados	21
3.3.1.1. Levantamento bibliográfico.....	21
3.3.1.2. Levantamento de material cartográfico	22
3.3.1.3. Levantamento de séries pluviométricas.....	22
3.3.2. Sistematização de dados.....	23
3.3.2.1. Bases cartográficas e séries pluviométricas.....	23
3.3.2.2. Trabalho de campo.....	25
4. DISCUSSÕES E RESULTADOS.....	26
4.1. Análise da área de estudo	26
4.2. Análise de inundação/enchente na área de estudo	30

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
6. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

As planícies de inundação são as faixas dos vales fluviais que bordejam os cursos d'água, são áreas naturais inundadas periodicamente quando as águas transbordam os leitos fluviais (CHRISTOFOLETTI, 1981). Quando essas áreas são apropriadas de forma inadequada para o desenvolvimento urbano, um fenômeno que antes era natural, passa a produzir efeitos danosos e é requalificado como desastre natural (CUSTÓDIO, 2002). Este primeiro ponto é importante visto que o município de Francisco Morato teve sua formação socioespacial a partir da estação de trens (VILLAÇA, 1998), localizada às margens do ribeirão Tapera Grande.

Dito isto, o ponto seguinte a ser tratado, é referente a apropriação e ordenamento territorial, que tem íntima relação com a metrópole de São Paulo. Sem condições financeiras de morar na capital paulista devido à enorme especulação imobiliária, trabalhadores de baixa renda são expulsos para áreas menos valorizadas (Regina Célia Braga do Santos, 1986). Com a interligação com a cidade de São Paulo através da linha férrea, Francisco Morato torna-se uma possibilidade de estabelecer moradia, devido aos baixos valores dos imóveis.

Dado esse contexto, Vidali (2019) aponta que a ocupação na maior parte do município se deu de forma irregular, com loteamentos sem a infraestrutura básica, como “abastecimento de água, esgotamento sanitário e abertura de vias com drenagem urbana” e a ausência de fiscalização pela gestão municipal fez com que se agravassem as situações de risco, pois em muitos casos, foi removida a cobertura vegetal, os perfis do solo foram alterados, além da ocupação de áreas íngremes nas vertentes, cortes no terreno, dentre outras alterações antrópicas.

Tendo em vista esse problema social, é necessário compreender o meio físico natural como um sistema dinâmico, ou seja, quando se altera uma das variáveis, todas as outras serão afetadas, e conseqüentemente a natureza tenderá a se autoajustar para alcançar novamente um equilíbrio (GILBERT, 1877). Ter ciência desse fato, poderá ajudar o Poder Público a desenvolver políticas e ações mais adequadas para o tratamento mais eficaz de seus problemas.

Enfim, esta pesquisa tem como objetivo analisar as dinâmicas e características de algumas variáveis dos dois campos do conhecimento geográfico, a fim de entender sua espacialização e tecer hipóteses de como elas influenciam na suscetibilidade às inundações/enchentes. Para isso, serão analisadas algumas correlações espaciais entre a formação socioespacial da cidade e o contexto do meio físico local e regional, além da gestão pública do território, para melhor compreender o peso dessas na suscetibilidade espacial das inundações/enchentes, considerando tais variáveis e suas relações como um sistema dinâmico.

1.1. Escolha da área de estudo

Elegeu-se como área de estudo a sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande, especificamente o trecho que atravessa o centro urbano de Francisco Morato. A escolha dessa sub-bacia hidrográfica como unidade de análise baseia-se na abordagem sistêmica, entendida como um “sistema aberto, constituído por subsistemas (conjuntos interfluviais e vertentes, planície e canais fluviais), onde o equilíbrio dinâmico, em termos hidromorfológicos, depende do ajuste entre formas, materiais e processos” (MOROZ – CACCIA GOUVEIA, 2010).

O centro urbano do município de Francisco Morato foi escolhida como área de estudo, porque existem dados históricos da cidade, relatórios técnicos tratando das áreas de riscos, além de base cartográfica sobre a Região Metropolitana de São Paulo e o Estado de São Paulo que nos possibilitam realizar uma pesquisa abrangente sobre algumas variáveis importantes no estudo das inundações/enchentes. Além disso, essa sub-bacia é representativa das derivações antrópicas nos sistemas hidromorfológicos que ocorreram com a expansão urbana na Região Metropolitana de São Paulo.

1.1.1. Localização

O município de Francisco Morato está inserido na sub-região Norte da Região Metropolitana de São Paulo, na latitude 23°12'53" Sul e longitude 46°44'35" Oeste. Seu limite municipal faz divisa com os municípios de Atibaia, Campo Limpo Paulista, Franco da Rocha e Mairiporã. Fica a aproximadamente 970 metros acima do nível do mar.

Figura 1. Região metropolitana de São Paulo



Fonte: Emplasa, 2017.

1.2. Breve histórico da área de estudo

A formação socioespacial do município de Francisco Morato está inserida num todo maior no território paulista. Sua origem está relacionada à construção da ferrovia Santos-Jundiaí, que serviu para escoar o café do oeste paulista em direção ao porto de Santos para ser exportado. Em 1866, é iniciada a construção do túnel de Botujuru, para dar continuidade à ferrovia até Jundiaí. Nesse processo, foram levantados acampamentos de trabalhadores próximos à obra (VIDALI, 2019).

Figura 2. Construção do túnel em 1866, apenas uma via e duplicação em 1895



Fonte: Lavander Jr – Memórias de uma inglesa

Segundo Vidali (2019), após a finalização do túnel, em 1867, a Companhia São Paulo Railway comprou a área de 45 km² do Barão de Mauá, que atualmente corresponde à extensão total do município de Francisco Morato. Instalou-se ali a sede da Companhia, que serviu também de entreposto de produtos agrícolas das regiões vizinhas. Essa área foi chamada na época de Vila Belém.

Em 1946, foi criado o loteamento dessa área e a Vila Belém tornou-se distrito de Franco da Rocha. Depois de aproximadamente duas décadas, aconteceu a emancipação e finalmente Francisco Morato tornou-se um município, em 1965.

Segundo Villaça (1998), as ferrovias causaram crescimento contínuo e nucleado, geralmente, ao redor da estação. Além de ter se desenvolvido em função da estação, que se tornou a área central da cidade, ao mesmo tempo, essa área estava localizada num fundo de vale e na planície de inundação do ribeirão Tapera Grande.

Cabe destacar que nos anos 1970 (VIDALI, 2019), Francisco Morato foi um catalisador de trabalhadores que não tinham condições de comprar ou alugar imóveis em São Paulo, devido à enorme especulação imobiliária existente em locais onde havia maiores ofertas de emprego. Vidali (2019) destaca sobre a formação dos loteamentos na cidade:

“De maneira geral, os loteamentos são implantados sem o controle do Poder Público, em encostas ou várzeas, via de regra impróprias para o assentamento urbano, o que acaba rompendo com seu frágil equilíbrio ambiental e as torna de alto risco para seus moradores que, em virtude do baixo poder aquisitivo, constroem suas moradias com estruturas muito precárias” (VIDALI, 2019, p. 44).

Diversas são formas geradoras de especulação imobiliária, como por exemplo, o modelo exercido pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), onde no momento da escolha do local para construção de moradias, geralmente distantes do centro urbano, geram os espaços vazios, com a justificativa de que futuramente seriam instalados serviços públicos naqueles locais, o que na realidade asseguram o processo de especulação imobiliária (SANTOS, 1990, p. 31). Outra forma, citada por Regina C. B. dos Santos (1986, p. 72) são as transformações que a princípio surgem para a classe trabalhadora como melhorias, mas “qualquer investimento realizado implica maior valorização do espaço, em geral muito acima do que a parcela mais explorada da classe trabalhadora pode pagar. Ela é então expulsa para áreas menos valorizadas”. Mais uma forma descrita por Ariovaldo U. Oliveira (1978, p. 77-8) são loteamentos que vão sendo liberados de maneira parcial, a fim que com cada nova melhoria implantada, mais valorizadas serão as parcelas do loteamento liberadas posteriormente, sendo que a última parcela deverá estar localizada em áreas onde são ofertados mais serviços, e como consequência, também serão os terrenos que terão os valores mais altos.

Umas das respostas à problemática de habitação popular, foi a disseminação dos “loteamentos ‘clandestinos’, ou irregulares, isto é, formas de urbanizar desobedientes, em parte ou no todo, aos regulamentos vigentes” (SANTOS, 1990, p. 43). Milton Santos cita ainda que que “mais de 70% das casas construídas na metrópole paulista são produtos de autoconstrução” e que na Região Metropolitana de São Paulo, em municípios como Francisco Morato e Itapevi esse percentual se

aproxima de 90%, já em Embu, Franco da Rocha e Jandira esse valor é ainda maior (*Revista Construção São Paulo*, nº 1494, 27.09.1976).

1.3. Problemática de pesquisa

Tendo em vista o processo histórico de formação da cidade, Francisco Morato tem características que se destacam, por exemplo, sua inserção periférica (SANTOS, 1993) no sistema capitalista, que a torna fornecedora de mão-de-obra para a cidade de São Paulo, caracterizando-a como uma cidade-dormitório. Dessa forma, a maior parte de sua população tem que se deslocar para os municípios vizinhos para trabalhar, com destaque para a capital paulista.

A questão a ser tratada nesta análise refere-se às inundações/enchentes, que afetam tanto os comerciantes quanto o poder público, que somam prejuízos ao longo dos anos, além de prejudicar a vida dos trabalhadores e moradores quanto ao deslocamento de um ponto ao outro, além do risco de contaminação por doenças contidas nas águas poluídas das inundações/enchentes.

Assim, o fato da área central da cidade ter sido construída numa planície de inundação, juntamente com outras variáveis do meio físico e as ações antrópicas, como por exemplo, a política de ordenamento físico-territorial de canalizar parcialmente o rio, causaram um grande distúrbio no cotidiano da população que utiliza aquela área para trabalhar, efetuar compras ou simplesmente deslocar-se internamente no município. Além disso, essas constantes inundações/enchentes, terão enormes consequências financeiras para os setores público e privado, causando enormes prejuízos e paralisando o funcionamento da cidade sempre que ocorrer altos níveis de pluviosidade em um curto período de tempo.

1.4. Justificativa e objetivos

O objetivo desta pesquisa consiste em analisar alguns elementos da paisagem geográfica do centro urbano do município de Francisco Morato, a fim de identificar importantes variáveis sociais e do meio físico que o tornam suscetíveis às inundações/enchentes, causando distúrbios sociais à todos os setores da sociedade envolvidos direta ou indiretamente com aquela área.

No desenvolvimento da pesquisa deverão ser analisadas a espacialização das inundações/enchentes, e no que isso implica no cotidiano da população, trabalhadores, órgãos municipais e comerciantes. Além disso, deverão ser analisadas a eficiência das políticas públicas e ações do município quanto a tratativa do problema, o que inclui, por exemplo, a manutenção ou não do reservatório de contenção, construído a montante da área de estudo, que tem o intuito de reduzir as consequências das inundações/enchentes.

Assim, à luz da teoria de que o meio físico é um sistema dinâmico tendo a espécie humana como um agente ativo do processo, é possível compreender que a alteração de uma variável, ocasiona transformações que repercutem em todo o sistema. Essa visão pode permitir que ações de ordenamento sejam mais adequadas para a resolução de problemas sociais urbanos, não somente na escala do tempo presente, mas tendo a visão o todo, a fim de evitar que tais problemáticas sejam apenas transferidas para um futuro próximo (OSTROWSKY & ZMITROWICZ, 1991).

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Histórico de apropriação e formação socioespacial

A história de apropriação do espaço foi uma figura chave para o entendimento das inundações/enchentes no município, por meio da análise dela, poderemos desvendar como a ação antrópica pode causar desequilíbrios nas dinâmicas naturais que se voltarão contra o próprio Homem. Porém, ao fazer tal análise, não podemos ignorar em momento algum, o contexto histórico mais abrangente que acaba por influenciar as dinâmicas sociais que levaram ao uso e ocupação deste território.

Neste sentido, dois fatores sociais serão importantíssimos para esse entendimento, são eles: a ferrovia que liga Jundiaí à Santos e a fuga dos trabalhadores de baixa renda da especulação imobiliária existente na capital paulista. A primeira tem influência no sentido de possibilitar acessibilidade dos trabalhadores aos centros empregatícios, em sua maioria instalados na cidade de São Paulo, e a segunda, tem uma importância ainda maior no sentido causal, onde os trabalhadores que buscam um sonho de moradia, tendo em vista que não se realizam nos grandes centros urbanos, eles se afastam cada vez mais para locais onde os lotes/terrenos e casas são mais baratos, exatamente pelo fato de não ter uma infraestrutura que possibilite uma vida digna, como por exemplo, acesso a água potável, tratamento de esgoto, ruas pavimentadas etc. Lembrando que, na maioria das vezes, essa ocupação se dá de forma irregular e/ou clandestina. Rolnik diz:

“os loteamentos clandestinos causam grandes problemas aos seus moradores e provocam consequências irreversíveis nas condições gerais de urbanização da metrópole. Sendo esse processo agravado pelas más condições de remuneração da classe trabalhadora e à forma preponderante de atuação do Estado capitalista na cidade” (ROLNIK, 1982, p. 127).

Ainda sobre a questão da habitação irregular e suas consequências, Vidali afirma que:

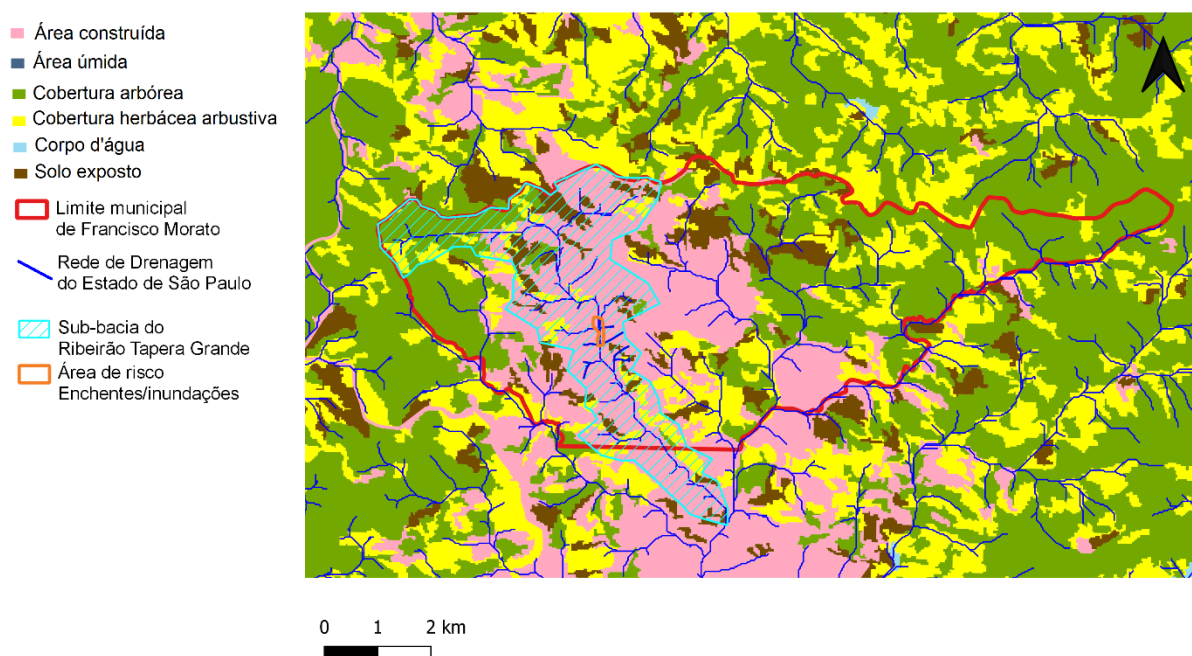
“A ocupação dos loteamentos sem a devida implantação de sistemas eficientes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, e abertura de vias com drenagem urbana, somada às altas declividades das encostas, a alteração dos perfis do solo, a remoção de cobertura vegetal ao longo de cursos d'água e em encostas e a ocupação subsequente de áreas públicas destinadas aos usos institucionais, verde e de lazer,

localizadas muitas vezes em áreas impróprias, gerou ao longo dos anos uma alarmante situação de habitabilidade. A ausência de fiscalização e capacidade de resposta do Poder Público fez com que se agravassem as situações de riscos existentes e precariedade habitacional no município.” (VIDALI, 2019, P. 49).

Uma série de ações antrópicas, como a ocupação de planícies de inundação, aterramentos, cortes no terreno, remoção da vegetação, todas estas em conjunto, levam a consequências que poderiam facilmente serem previstas por técnicos, acadêmicos, especialistas, mas a ausência dos mesmos, gera problemas que com o passar do tempo exigem medidas extremas para serem corrigidas, dessa forma, os governos sempre tendem a tomar decisões que abrandem/reduzam tais problemas, mas não os resolvem efetivamente.

Abaixo encontra-se o mapa de uso e ocupação do solo, abrangendo o município de Francisco Morato e a sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande.

Figura 3. *Uso e ocupação do solo de Francisco Morato / SP*



Fonte: DATAGEO. Cobertura da Terra do Estado de São Paulo – Ano 2010. Organização: Jonathan Lima.

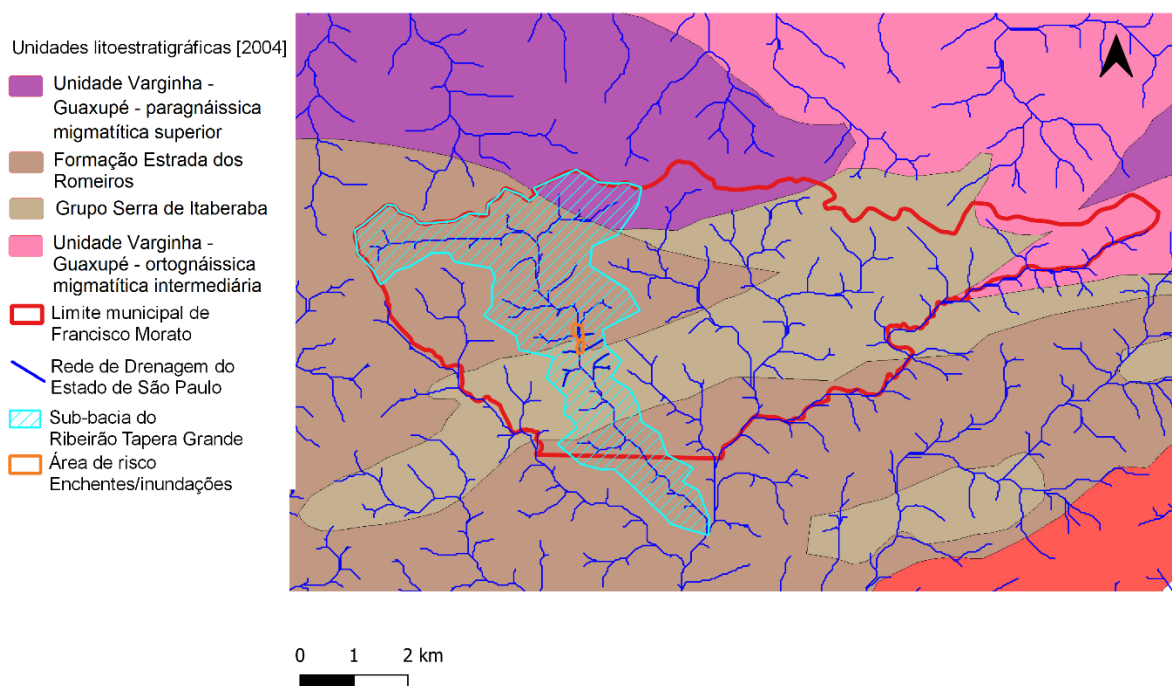
No mapa, podemos observar que a maior parte da cobertura arbórea e herbácea arbustiva do município concentra-se no lado leste, mas tendo uma parte relevante no sentido noroeste, o inclui uma parcialidade da sub-bacia que será

estudada. No entanto, o que mais se destaca e é relevante para o entendimento das inundações/enchentes na área de estudo, é que a maior parte da sub-bacia tem área construída, dessa forma, com tais áreas impermeabilizadas pelas construções e rede viária, a quantidade de d'água que chegará a jusante será maior do que algumas áreas conseguem escoar, o que levará ao transbordamento do leito do rio e a consequente inundação/enchente nestas áreas.

2.2. Contexto do meio físico local e regional

2.2.1. Geologia

Figura 4. Unidades litoestratigráficas de Francisco Morato / SP



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Litoestratigrafia 1:1.000.000. Organização: Jonathan Lima.

A partir do mapa geológico disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), podemos observar que há três unidades litoestratigráficas que compõem a sub-bacia do ribeirão Tapera Grande.

O Grupo Serra de Itaberaba é da era Mesoproterozóico e nele encontram-se os seguintes litótipos: biotita xisto, formação ferrífera bandada, metabasalto,

metapelito, metarcóseo, metarriolito, metatufo, mica xisto, muscovita quartzito, muscovita-biotita xisto, quartzito feldspático, rocha calcissilicática, rocha vulcanoclástica e turmalinito.

A Formação Estrada dos Romeiros é da era Neoproterozóico e nela encontram-se os litótipos: metabasito, metapelito, metarcóseo, metarenito quartzoso, metarritmito, metassedimento tufáceo, quartzito, rochas calcissilicática e carbonática.

E por fim, a Unidade Varginha - Guaxupé - paragnáissica migmatítica superior também é da era Neoproterozóico e é constituída pelos litótipos: biotita gnaiss, gnaiss aluminoso, gnaiss granítico, metamarga, mica xisto, paragnais, quartzito feldspático e rocha calcissilicática.

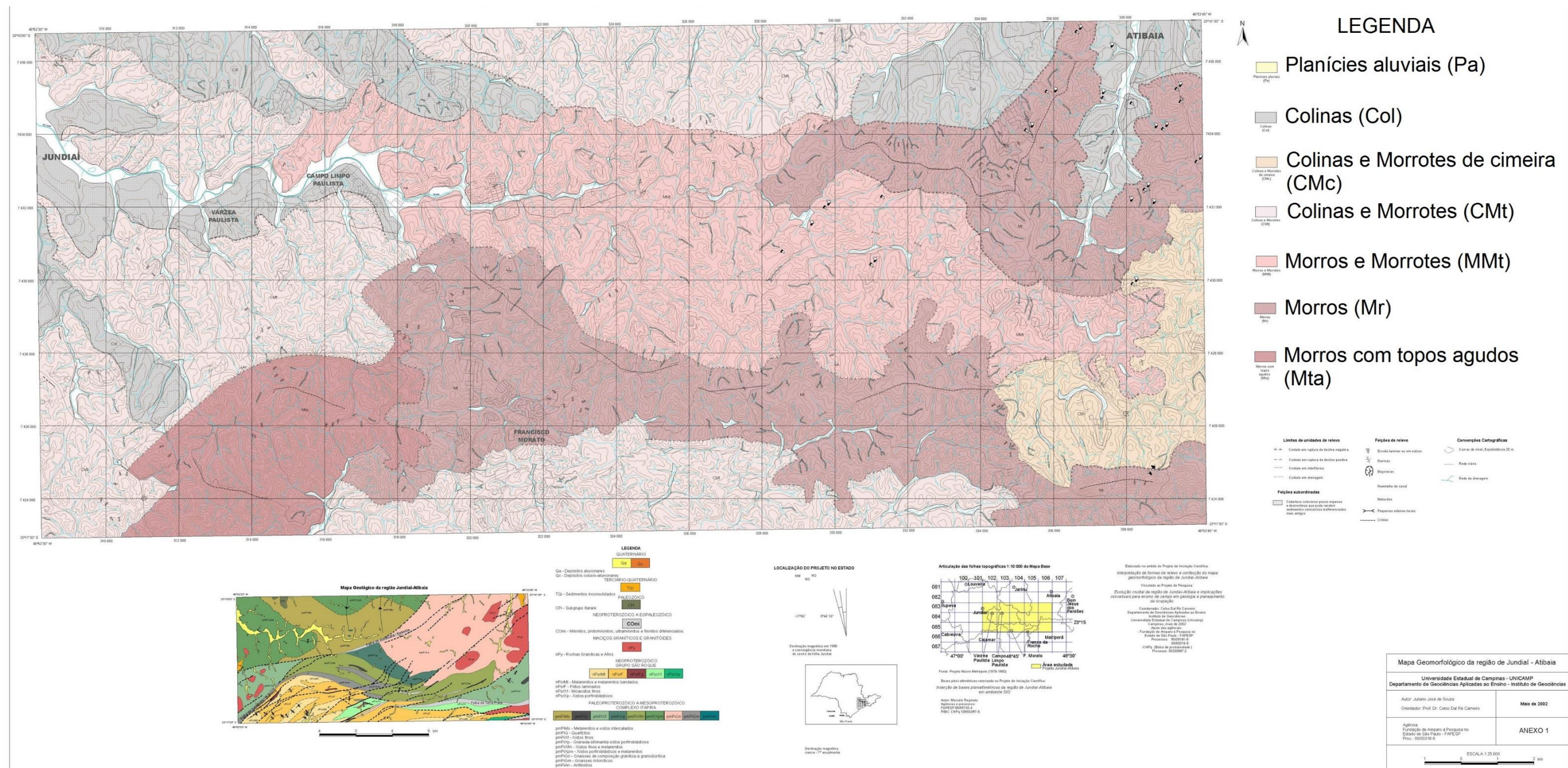
Na porção superior direita ocupando uma pequena área da sub-bacia encontra-se a Unidade Varginha - Guaxupé - paragnáissica migmatítica superior. Na cabeceira da sub-bacia e na foz do ribeirão Tapera Grande, encontra-se a Formação Estrada dos Romeiros. Encaixado na porção central da sub-bacia, encontra-se o Grupo Serra de Itaberaba.

2.2.2. Geomorfologia

De acordo com o mapeamento geomorfológico realizado por CARNEIRO e SOUZA (2003), o município de Francisco Morato é constituído por relevos do tipo: planícies aluviais; colinas e morrotes; e morros.

A planícies aluviais são denominadas por eles como formas deposicionais planas, que incluem as planícies de inundação. Sua dinâmica superficial sujeita suas áreas a cheias sazonais, onde há a deposição de silte e argilas por decantação. São áreas impróprias para a ocupação humana e tem amplitude altimétrica menor que 10m e declividade entre 0 e 2%.

Figura 5. Geomorfologia da região Jundiá-Atibaia-Francisco Morato



Fonte: Mapeamento geomorfológico em escala de semidetalhe da região Atibaia-Jundiá. CARNEIRO & SOUZA (2003).

As colinas e morrotes tem seus topos estreitos, convexos e alongados, tendo o perfil de vertente que varia de retilíneo a convexo. Seu padrão de drenagem é sub-retangular e subdendrítico com densidade alta. Tem moderada intensidade de erosão laminar e em sulcos, ravinamento e reentalhamento do canal. Sua amplitude varia entre 50 e 80m, tendo uma declividade entre 5 e 35%. É um relevo moderadamente favorável a ocupação humana.

E por fim, os morros têm topos estreitos, convexos e irregulares. Tem vales erosivos e sua densidade de drenagem varia de média a alta com padrões dendríticos e sub-dendríticos. É um relevo que vem sendo entalhado por rios de primeira, segunda e terceira ordem. Sua dinâmica superficial tem alta intensidade de erosão laminar e em sulcos, ravinamentos, reentalhamentos de canais, rastejos e quedas de blocos. Tem uma amplitude altimétrica de 100 a 150m, com declividades que variam de 12 a 70%, portanto, sendo considerado um relevo desfavorável a ocupação.

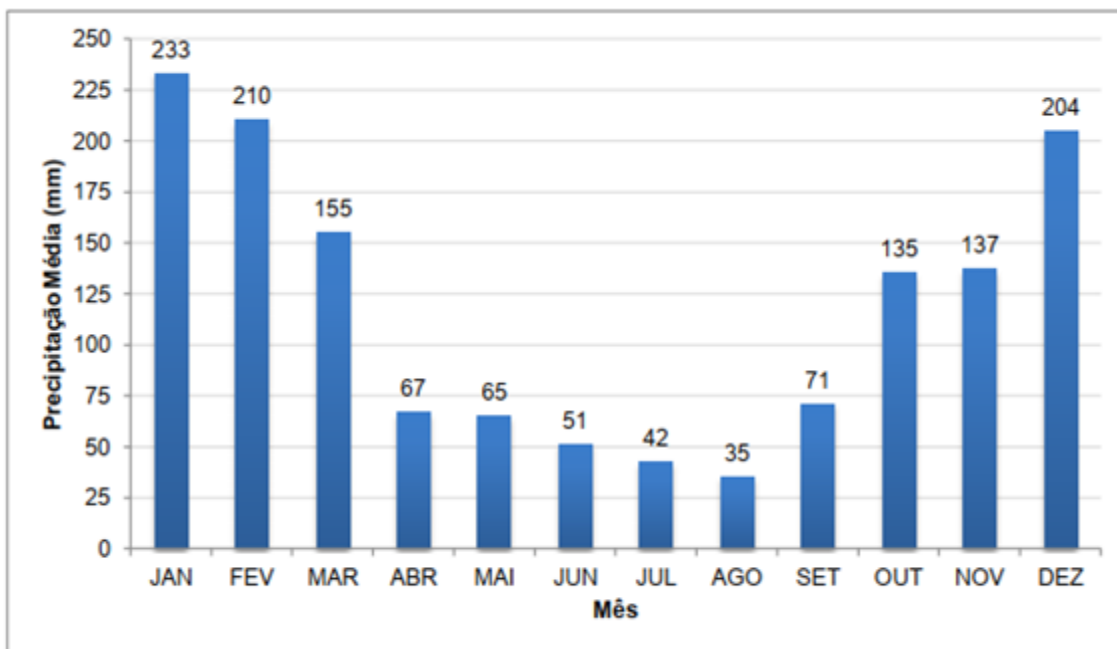
2.2.3. Clima

No Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana (Francisco Morato), publicado em 2018, o município tem um clima tropical de altitude, segundo a classificação de Köppen.

Ainda nesse plano, há a informação de que não há uma estação pluviométrica no município de Francisco Morato, por isso, foram utilizados os dados da estação de Franco da Rocha, com prefixo E3-047.

A partir disso, foram compilados dados de 1937 até 2010 num gráfico, onde apresentam-se as médias pluviométricas mensais, conforme abaixo:

Figura 6. Gráfico de precipitação média mensal no período de 1937 a 2010, Estação E3-047



Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, acesso em agosto de 2017.

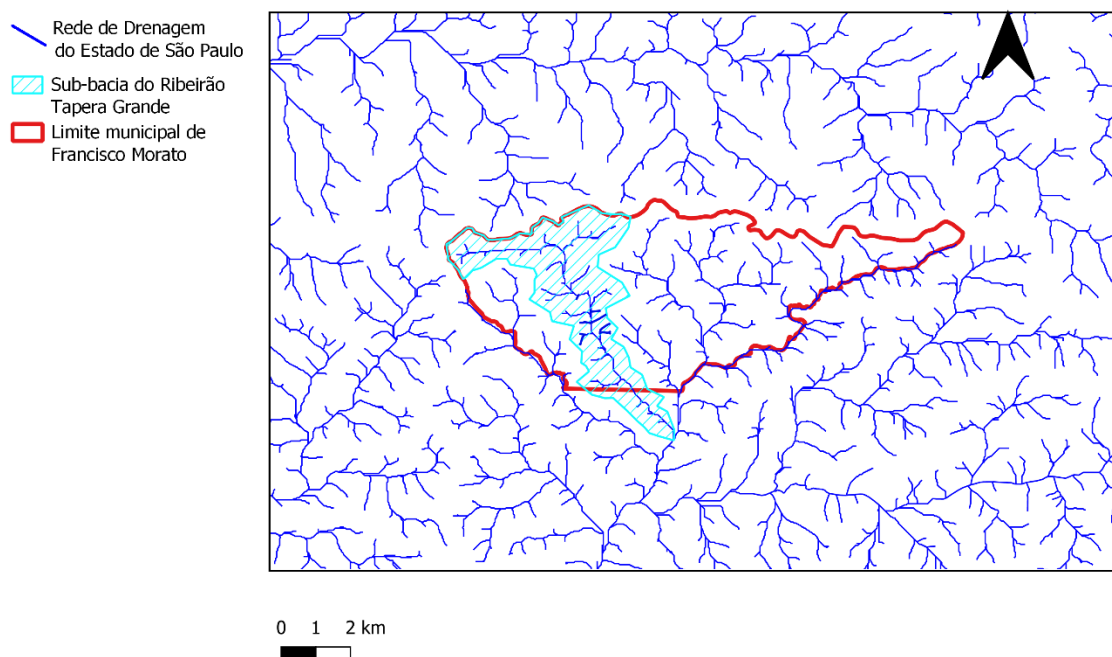
No gráfico, destaca-se a estação do verão, tendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com médias acima de 200mm. Isto explicita a concentração de eventos de inundações/enchentes nesses respectivos meses, mas somente a elevação dos níveis pluviométricos não explica as causas das inundações/enchentes, no entanto, é uma variável do meio físico importante para análise realizada nesta pesquisa.

2.2.4. Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande

Conforme o mapa da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande, podemos classificá-la como tendo uma drenagem dendrítica. Sobre este tipo de drenagem, Christofolletti diz:

“Da mesma maneira como as árvores, os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar nunca ao ângulo reto. [...] Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais.” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

Figura 7. Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande



Fonte: DATAGEO. Rede de Drenagem do Estado de São Paulo, 2013. Organização: Jonathan Lima.

Como parte da área de estudo encontra-se numa planície de inundação e o tipo de canal do ribeirão Tapera Grande é meândrico, vale resgatar a fala de Rodrigues (2015) que trata das planícies fluviais meândricas na região metropolitana de São Paulo. Ela define planície de origem fluvial como:

“[...] um sistema geomorfológico caracteristicamente aplanado, localizado em fundos de vale, apresentando canais fluviais únicos ou múltiplos, planícies de inundação e seus subcompartimentos, podendo ou não apresentar terraços fluviais, diques e lagos, e outras morfologias características, geradas a partir de dois conjuntos básicos de processos geomorfológicos, hidrológicos e sedimentológicos: os processos típicos de canal (escoamento, erosão marginal, deposição de barras, transporte de cargas em suspensão, carga química, carga de fundo, avulsões, dentre outros) e o conjunto de processos que ocorrem quando do transbordamento de canais, processos esses que podem ocupar temporariamente diferentes níveis e morfologias de terraços, dependendo da magnitude, duração e frequência das vazões de transbordamento.” (RODRIGUES, 2015).

Este padrão de rede de drenagem e de canal fluvial delimitam em grande parte o funcionamento da dinâmica hídrica local, e aliado às outras variáveis, como os vales, planície encaixada e as declividades, nos ajudarão a compreender melhor a suscetibilidade espacial da área de estudo às inundações/enchentes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

3.1. Geomorfologia fluvial

A compreensão do funcionamento de bacias hidrográficas será crucial nesse processo de análise das inundações/enchentes. Nesse contexto, Rodrigues e Adami definem a bacia hidrográfica como:

“[...] um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximos à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas de água e dos materiais por ela transportado, que mantém relações com esses canais.” (RODRIGUES & ADAMI, 2011)

Na análise de bacias hidrográficas é pouco provável que consigamos abordar todos as variáveis, suas relações e o percentual de suas respectivas atuações naquele sistema, por isso a visão do pesquisador será importante nesse processo, que deverá delimitar as principais variáveis e suas relações com o sistema. Sobre isso, Doornkamp e King dizem:

“É improvável que possa ser feita uma análise exaustiva da natureza, sequência, duração e efeitos de todos os processos que atuaram na bacia; com certeza seria impossível dar valores numéricos a esses processos. O único reflexo das ações passadas que pode ser apontado com relativa certeza são as formas e características da bacia existentes hoje na paisagem.” (DOORNKAMP & KING, 1971).

Desta forma, para compreendê-las deveremos levar conta sua gênese e seus processos passados e presentes, compreendendo-a do ponto de vista espaço-temporal. Cada matéria e energia que entra ou sai desse sistema agirá um sobre o outro e dessa relação haverá a formação de novos relevos, leitos etc., dado seu caráter dinâmico.

Valem ser destacados alguns processos como a precipitação, que dependendo de seu volume e distribuição temporal, pode aumentar ou diminuir a frequência e gravidade dos desastres, como as inundações/enchentes. Por exemplo, se há um grande volume de chuvas em uma área concentrada, principalmente se ela for

urbanizada, muito impermeabilizada e com pouca vegetação, e seu o relevo for favorável para o transbordamento do leito do rio e acúmulo d'água, como as planícies de inundação, esta área será afetada gravemente. Além da impermeabilização e retirada da vegetação, outras ações antrópicas são relevantes no contexto geomorfológico, como cortes no terreno, canalização parcial ou total de trechos do leito fluvial etc.

A seguir são elencadas algumas variáveis do meio físico importantes para o entendimento da dinâmica da bacia de drenagem, segundo Zavoianu (1985):

- Embasamento - é importante dada a influência que a resistência das rochas tem sobre formação dos relevos, além dos solos e da própria vegetação.
- Relevo – a depender da posição e altitude, mudam a intensidade e o tipo de atuação dos agentes externos. Nesse processo, criam-se diversos microclimas nas diferentes porções das vertentes, o que acaba por efetuar mudanças em outros processos, como a erosão e o escoamento superficial, em cada um desses microambientes.
- Solo – seus atributos, como a permeabilidade, nos trazem informações essenciais no ordenamento territorial. Por exemplo, solos mais permeáveis apresentam menor escoamento superficial e favorecimento do armazenamento de água subterrânea; solos com menor permeabilidade ocasionam um maior escoamento superficial. A textura dos solos é muito importante, pois define em grande parte, o grau de permeabilidade e a capacidade de retenção ou perda d'água, por exemplo, solos mais argilosos tendem a reter mais água, porém reduz drasticamente a permeabilidade; enquanto solos mais arenosos são extremamente permeáveis, porém não retêm água, sendo assim, é importante quantidades adequadas de diferentes granulometrias para cada ambiente e uso do solo.
- Vegetação – o dossel e a serapilheira de uma floresta têm a capacidade de favorecer a infiltração d'água no solo, aumentando as reservas subterrâneas, e em consequência, diminuindo o escoamento superficial. A vegetação quando densa, diminui a velocidade e a quantidade d'água que atinge o solo em determinado período, o que também diminui o escoamento, a erosão e

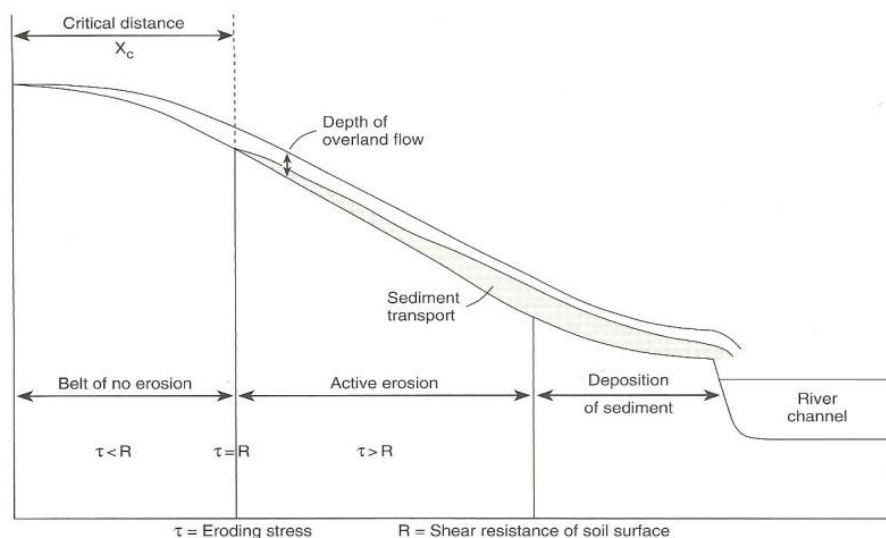
aumenta a infiltração. A vegetação, em termos gerais, serve como reguladora do balanço hidrológico.

Todas estas variáveis tornam clara a importância das condições naturais nesta dinâmica existente, mas deixam entrevisto também como as alterações realizadas pelo homem facilmente podem romper este equilíbrio, obrigando o sistema a se autoajustar às novas condições (GILBERT, 1877), e consequentemente, podem gerar problemas sociais muito difíceis de lidar.

Outro estudo importante para a compreensão de bacias hidrográficas trata das vertentes, para Dylik (1968), elas “são superfícies trabalhadas por agentes que dependem da gravidade e cuja ação é facilitada pelos agentes meteorológicos”. Ele diferencia as vertentes do leito fluvial da seguinte forma, no leito fluvial, as águas agem de forma contínua, diferentemente das vertentes, onde elas agem de forma descontínua.

Abaixo podemos ver um esquema desenvolvido por Horton (1945), representando os limites de uma vertente, sendo que, na porção superior, predominam processos de não-erosão; na média, predominam processos de erosão ativa; e na porção inferior da vertente, predomina a deposição de sedimentos.

Figura 8. Modelo de fluxo superficial e formação de canais de Horton



Horton's model of overland flow and rill formation. Adapted from Horton (1945).

Fonte: Adaptado de Horton (1945).

As discussões teóricas realizadas neste tópico tem como objetivo deixar clara a importância da bacia hidrográfica como unidade de análise, pois nela estão contidas informações importantes das ações de diversas variáveis do meio físico e as ações antrópicas, que em conjunto nos darão pistas que poderão ser analisadas, e enfim, ter-se noção do funcionamento geral, criando possibilidades de lidar com os problemas sociais que afetam a vida dos cidadãos que estão direta ou indiretamente relacionados com a cidade.

3.2. Inundações/Enchentes

Ao tratar do tema inundações/enchentes, precisamos diferenciar dois eventos, um sendo natural, e outro como situação de desastre (BERGES, 2013).

3.2.1. Evento Natural

A planície de inundação, segundo Christofolletti (1981, p. 243) “é a faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais que bordejia o curso de água, sendo periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio”. Dessa forma, as inundações constituem eventos naturais pertencentes à dinâmica fluvial, que estão associados à momentos de intensa pluviosidade (BERGES, 2013). Sobre o processo de inundação como evento natural, Berges descreve-o assim:

“O estágio das margens plenas assinala a descontinuidade entre o sistema do canal fluvial e o sistema da planície de inundação. Devido ao fluxo superior à capacidade de descarga do rio, as águas ultrapassam o estágio de margens plenas, o leito menor, e se espriam pela planície de inundação. Dependendo da magnitude da inundação o extravasamento ocorre no leito maior sazonal (inundação com frequência regular) ou no leito maior excepcional (inundação com frequência irregular).” (BERGES, 2013, p. 59).

Abaixo podemos ver o esquema desenvolvido por Christofolletti para diferenciar os diferentes tipos de leitos fluviais. Com exceção do leito de vazante, eles deverão ser ocupados pelas águas ou não, a depender do nível de vazão do rio.

Figura 9. Os tipos de leitos fluviais



Fonte: Christofolletti (1981, p 60).

3.2.2. Situação de desastre

A partir do momento em que essas planícies de inundação passam a ser apropriadas pelo Homem, para desenvolvimento de agricultura, indústrias e cidades, isso “faz com que um fenômeno natural possa ser considerado como um produtor de efeitos danosos e ser assim requalificado em um natural *hazard*, um desastre natural” (CUSTÓDIO, 2002, p. 9).

Como consequência dessa apropriação de planícies de inundações para fins de desenvolvimento urbano, tem-se problemas sociais graves, gerados pelas inundações/enchentes. Caputo e Herzer (1987, p. 50 apud CUSTÓDIO, 2002, p. 14) dizem que “a vulnerabilidade, em consequência, se define socialmente [...] como resultado da atividade humana, do tratamento incorreto dos recursos naturais”.

3.2.3. Medidas estruturais no controle de inundações/enchentes

As medidas estruturais têm o objetivo de reduzir a magnitude e a frequência das inundações/enchentes, elas podem ser classificadas em dois tipos: intensivas e extensivas. Segundo Berges, as intensivas:

“constituem-se em obras de macrodrenagem executadas para acelerar, reter ou desviar o escoamento das águas do rio – retificação, canalização, reservatórios de amortecimento dos picos de cheia, desvio de canais e diques -, modificando diretamente o canal fluvial. São medidas com caráter corretivo que apenas minimizam o problema, não tratando suas causas. Apresentam altos custos de implantação e

manutenção, investimentos concentrados e são pouco eficientes a médio e longo prazo.” (BERGES, 2013, p. 66)

No caso das medidas estruturais extensivas, o objetivo é promover uma maior retenção e infiltração das águas pluviais na bacia hidrográfica, para melhorar o equilíbrio hidrológico do sistema. Berges cita alguns exemplos, como:

“contenção de encostas e margens de rios para controle da erosão; captação e armazenamento de água da chuva em pequenos reservatórios para diminuir o pico de vazão, por exemplo, valos de infiltração paralelos às ruas [...]; aumento das áreas de infiltração, tal como a ampliação de áreas verdes e o uso de pisos permeáveis, para amortecer o escoamento superficial e aumentar o tempo de concentração” (BERGES, 2013, p. 67).

Dadas as devidas explanações sobre o tema, cabe aos governos estadual e municipal a gestão desse recurso hídrico, a fim de minimizar ou estancar o problema, porém fica clara a falta de uma visão mais ampla do sistema, conforme apontam Ostrowsky e Zmitrowicz:

“A falta de visão global da bacia hidrográfica faz com que se corrijam problemas em pontos isolados, sem levar em consideração as consequências que podem ocorrer a jusante, acontecendo, muitas vezes, a transferência da área inundada, persistindo, portanto, o problema. As soluções estruturais não eliminam de todo as possibilidades de inundação das várzeas, apenas diminuem a frequência” (OSTROWSKY & ZMITROWICZ, 1991, p. 4).

3.3. Procedimentos

3.3.1. Levantamento de dados

O levantamento de dados bibliográficos, material cartográfico e séries pluviométricas teve como objetivo definir a viabilidade ou não do projeto, assim como definir as limitações a serem enfrentadas no desenvolvimento da pesquisa.

3.3.1.1. Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico consistiu em dois grupos temáticos. O primeiro relacionado à produção teórica-metodológica voltada a Geomorfologia Fluvial, pertencente à Geografia Física. O segundo grupo está relacionado com a descrição do meio físico e o histórico de apropriação e formação socioespacial da cidade de

Francisco Morato. Desta forma, foram levantados dados sobre geologia, geomorfologia, clima e bacia hidrográfica, assim como, a ocupação e uso urbano da área de estudo.

O levantamento bibliográfico foi realizado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT; no Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE; no Serviço Geológico do Brasil – CPRM; na Biblioteca Digital – Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo; no Sistema de Informações Metropolitanas – EMPLASA.

Foram localizados dados gerais sobre o meio físico do Estado de São Paulo e região metropolitana, no entanto, sobre a cidade de Francisco Morato e a área de estudo, as referências são muito escassas.

3.3.1.2. Levantamento de material cartográfico

No levantamento cartográfico foram pesquisados mapas que condensassem as principais informações do meio físico, a fim de nos permitir uma visão global da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tapera Grande, da cidade e arredores.

Os mapeamentos de uso e ocupação do solo e da sub-bacia hidrográfica foram levantados a partir do Sistema Ambiental Paulista – DataGEO. O mapa geológico foi levantado via portal do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, e por fim, o mapeamento geomorfológico foi levantado a partir da Revista Brasileira de Geomorfologia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

3.3.1.3. Levantamento de séries pluviométricas

No Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana (Francisco Morato), publicado em 2018, consta a informação de que não há estação pluviométrica na cidade, de forma que, foram-se utilizados dados da estação E3-047, localizada na cidade vizinha, Franco da Rocha, sob controle do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

3.3.2. Sistematização de dados

3.3.2.1. Bases cartográficas e séries pluviométricas

A sistematização do material cartográfico foi realizada via SIG (QGIS). O mapa da rede de drenagem foi essencial para o desenvolvimento da pesquisa na área de estudo, ele foi obtido via Sistema Ambiental Paulista – DataGEO, onde consta a informação da metodologia para sua construção, conforme abaixo:

“A delimitação da rede de drenagem foi gerada a partir de processos automáticos e teve como base o Modelo Digital de Elevação (MDE) desenvolvido pela empresa contratada a partir de curvas de nível das cartas 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Geográfico e Geológico (IGG) e Departamento de Serviços Geográficos do Exército, vetorizadas no projeto GISAT. Para a edição e correção vetorial da rede de drenagem gerada a partir do MDE, foi utilizada a rede hidrográfica do Projeto GISAT e Imagens de Satélite Landsat 5 TM de 2010”.

A partir desta base, foi realizado um recorte espacial para o município de Francisco Morato, sendo destacado seus limites territoriais por meio dos dados base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Para a delimitação da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Tapera Grande foram-se utilizadas as cartas topográficas da EMPLASA, denominadas como “Folhas Planialtimétricas da Região Metropolitana de São Paulo – 1980/1981 (com atualizações)” com escala original de 1:10.00. A partir delas foram-se identificados os interflúvios, e com base neles, foi realizada a delimitação da sub-bacia.

Com a rede de drenagem, a sub-bacia do ribeirão Tapera Grande e o limite municipal, foi-se definido o principal mapa. A partir dele, foram criados outros quatro: o mapa geológico, de uso e ocupação do solo, de declividade e da área de estudo suscetível a inundação/enchente.

O mapa geológico foi obtido por meio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, denominado “Litoestratigrafia 1:1.000.000” e o mapa de uso e ocupação do solo foi obtido por meio do Sistema Ambiental Paulista – DataGEO com escala original de 1:100.000, onde consta a informação da metodologia para sua construção, conforme abaixo:

“Mapa produzido pela CPLA/DIA/CIGI, obtido a partir da classificação baseada em objetos e interpretação visual de imagens do satélite Landsat 5, ano de 2010 e dados complementares do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e do Departamento de Estradas de Rodagem (DER)”.

O mapa de declividade foi obtido via Sistema Ambiental Paulista – DataGEO, denominado “Declividade do Estado de São Paulo em %”, com a metodologia abaixo:

“Produzido pela SMA/CPLA/DIA/CIGI, por meio da ferramenta Slope do programa ArcGIS, com base no modelo digital de elevação do Estado de São Paulo gerado automaticamente a partir das curvas de nível digitalizadas das cartas do IBGE, Instituto Geográfico e Geológico (IGG) e Departamento de Serviços Geográficos do Exército, na escala 1:50.000 (projeto GISAT).”

No caso do mapa das áreas de risco (enchentes e deslizamentos), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, foi-se destacado somente a área de estudo, que consiste num ambiente suscetível a inundações/enchentes. A metodologia do mapeamento original consiste em:

“O trabalho é constituído por três etapas. A primeira inclui as tarefas anteriores às atividades de campo, na qual são levantadas informações prévias sobre as características geológicas do município, histórico de ocorrência de desastres naturais, feições indicativas de instabilização de taludes e encostas, ou outras informações úteis para o desenvolvimento do trabalho. [...] Na segunda etapa do trabalho são realizadas atividades de campo nas áreas onde, segundo a defesa civil municipal, há histórico de ocorrência de desastres naturais ou naquelas áreas onde existem situações de risco. [...] A última etapa, posterior ao campo, consiste na definição e descrição de áreas de risco geológico alto e muito alto, tendo como base análises dos dados coletados em campo e imagens de satélite. Cada uma dessas áreas é denominada setor de risco, e para cada um desses setores é confeccionada uma prancha.”

O mapa geomorfológico e as séries pluviométricas foram obtidos já sistematizados. No caso das séries pluviométricas, no Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico do município, foram compiladas as médias mensais pluviométricas, dos anos de 1937 até 2010, com dados obtidos por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, referente a estação com prefixo E3-047, localizado em Franco da Rocha, município vizinho da área de estudo. Já o mapa geomorfológico foi desenvolvido por SOUZA & CARNEIRO e publicado na

Revista Brasileira de Geomorfologia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP em 2003, utilizando a metodologia abaixo:

“Na elaboração do trabalho foram integradas as informações anteriores produzidas pela equipe do projeto ou obtidas na literatura, como os mapas geomorfológicos de escala regional do Estado de São Paulo (Carneiro et al. 1981, Ross e Moroz 1997). Foi realizada interpretação de fotos aéreas, imagens de satélite e mapas topográficos. As etapas de campo destinaram-se à coleta de dados e checagem de informações fotointerpretadas. A utilização de SIG voltou-se para análise, integração e produção de mapas [...]”.

3.3.2.2. Trabalho de campo

A partir das discussões teóricas obtidas por meio da análise das referências bibliográficas em Geomorfologia Fluvial, e à luz dos dados levantados sobre o contexto de meio físico local e regional em conjunto com o estudo sobre a apropriação e formação socioespacial da cidade, dever-se-ia aplicar estes conteúdos ao trabalho de campo, de modo que, ao verificar a conjuntura e disposição espacial de cada variável dentro da área de estudo, busca-se comprovar a atuação dessas variáveis na suscetibilidade espacial a inundações/enchentes, por meios diretos e indiretos.

Durante o trabalho de campo deverão ser fotografados trechos do rio, vertentes e ocupação humana, para posterior apontamento e descrição dos objetos observados, e por fim, a análise e comparação dos dados observados com a base teórica e as variáveis do meio físico local e regional.

4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

4.1. Análise da área de estudo

Conforme podemos observar na fotografia abaixo, o centro da cidade fica localizado num fundo de vale, suas vertentes são íngremes e densamente urbanizadas, com a presença de pouca área verde.

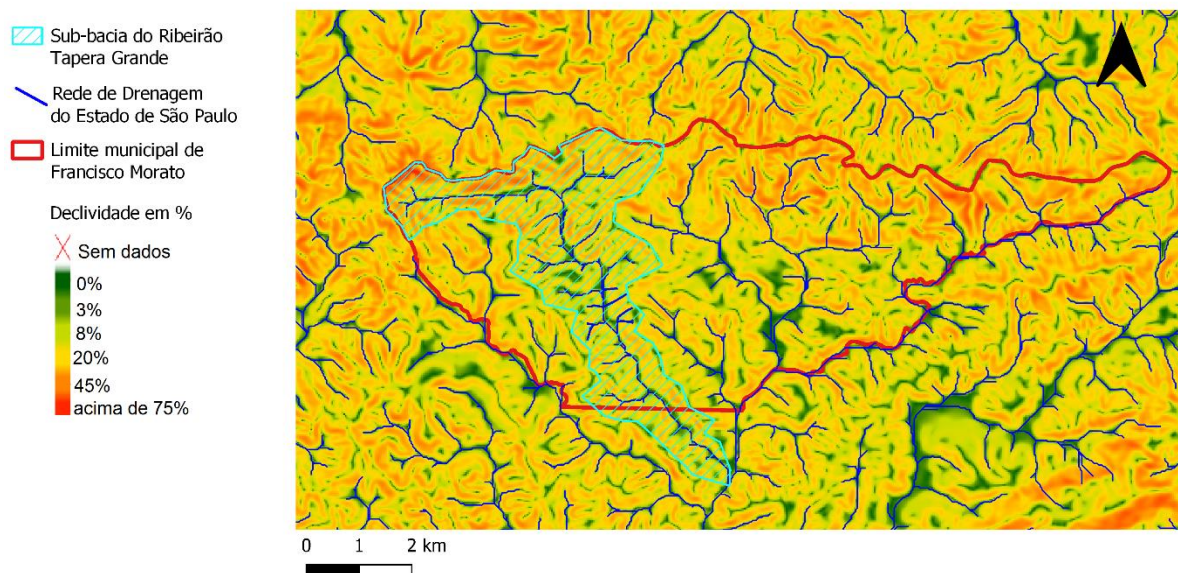
Figura 10. Fotografia panorâmica do centro de Francisco Morato



Fonte: Site oficial da Prefeitura de Francisco Morato. Por: Coordenaria de Relações Públicas, postado em 03/09/2019.

Sobre a declividade do município dentro da sub-bacia do Ribeirão Tapera Grande, os valores mais altos se encontram em sua cabeceira, ou seja, à montante da área de estudo. Dessa forma, podemos afirmar que em eventos de altos níveis pluviométricos, em termos gerais, as águas tenderão a escoar mais rapidamente, indo em direção ao centro da cidade, de forma que, se o carga d'água que chegar for superior ao volume que o rio consegue escoar, pode haver o transbordamento do leito menor, ocasionando inundações/enchentes em áreas que são suscetíveis. Lembrando que, a área de estudo está localizada numa planície de inundação.

Figura 11. Declividade do município de Francisco Morato



Fonte: DATAGEO. Declividade do Estado de São Paulo em %, 2013. Organização: Jonathan Lima.

A seguir, será apresentado brevemente, a situação da sub-bacia hidrográfica dentro da área de estudo. O ribeirão Tapera Grande tem um canal meândrico, que foi mantido mesmo após as obras de canalização. Abaixo, vemos o trecho do ribeirão que seguirá em direção ao centro. Até este ponto não foi realizada canalização, mas observa-se pouca vegetação às suas margens, que consiste, em sua maioria, de gramíneas e algumas poucas árvores ao fundo.

Figura 12. Trecho do Ribeirão Tapera Grande que segue em direção ao centro



Autor: Jonathan Lima, 2021.

Na figura seguinte, pode-se observar que o ribeirão está parcialmente canalizado, com muros de contenção de cerca de 1 m de altura e com trechos em que o ribeirão segue subsuperficialmente, através de tubulação. Em dias comuns, a vazão do rio atinge entre $1/4$ e $1/3$ da altura do leito menor.

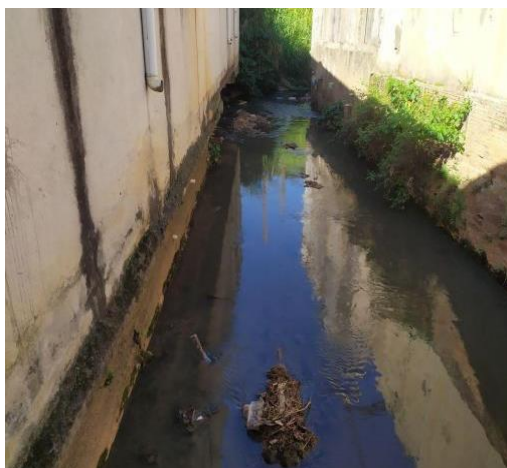
Figura 13. Ribeirão parcialmente canalizado



Autor: Jonathan Lima, 2021.

Na figura seguinte, é possível observar o assoreamento do ribeirão, além de verificar vestígios de descarte irregular de lixo. Ao fundo, observa-se uma curva com ângulo de quase 90° , devido às construções irregulares de ambos os lados, o que em momentos de cheia dificulta ainda mais o escoamento d'água e acaba virando um ponto de estrangulamento, segundo a Defesa Civil.

Figura 14. Primeiro ponto de estrangulamento do ribeirão



Autor: Jonathan Lima, 2021.

Na próxima figura, observa-se a parte do ribeirão que foi completamente canalizada, portanto, ele não é visível. Segundo a Defesa Civil, logo abaixo deste trecho, foram instaladas grandes tubulações que dão conta do escoamento, porém na parte imediatamente anterior, as tubulações utilizadas não são adequadas para o nível de vazão d'água em momentos de cheia, o que acaba gerando o represamento, consequentemente, o transbordamento das águas, e por fim, a inundação/enchente da área. Além disso, devido a impermeabilização do solo na maior parte da área de estudo, aumenta-se o escoamento superficial das águas pluviais pelas vertentes e ruas pavimentadas, que acabam não chegando diretamente ao ribeirão e ficam acumuladas nesse ponto, agravando a inundação/enchente.

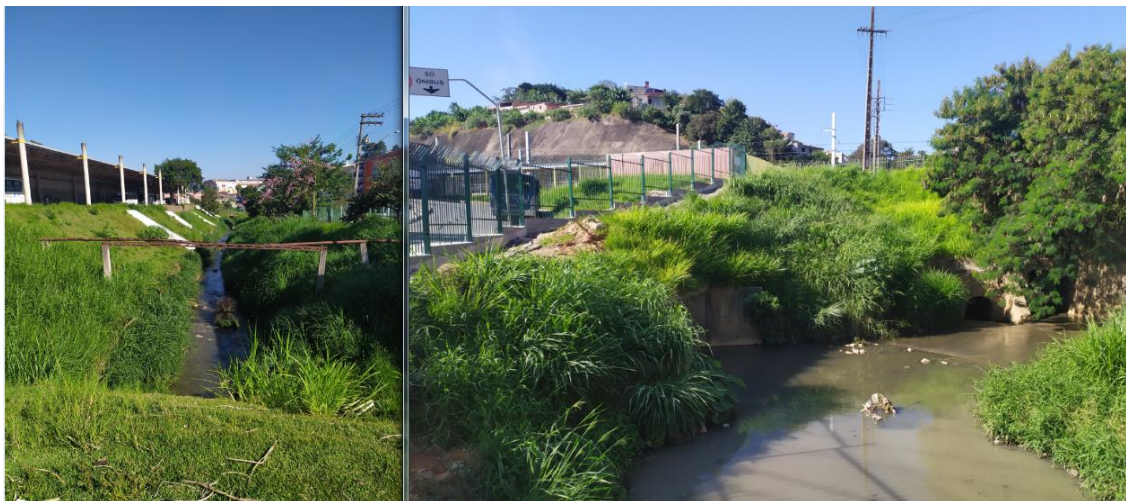
Figura 15. Trecho do ribeirão totalmente canalizado, onde funciona uma área de comércio



Autor: Jonathan Lima, 2021.

Na próxima figura, avista-se a última parte do ribeirão que passa pelo centro da cidade, indo em sentido ao município vizinho, Franco da Rocha. Dado esse conjunto de imagens, verifica-se que não há vegetação significativa durante todo este trecho do ribeirão, e a maior parte do centro da cidade está impermeabilizada, o que impede a infiltração d'água no solo.

Figura 16. Trecho final do ribeirão que passa pelo centro urbano do município



Autor: Jonathan Lima, 2021.

4.2. Análise de inundação/enchente na área de estudo

No Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana (Francisco Morato) é informado que um reservatório de contenção foi construído em 2010, com a capacidade de retenção d'água de até 200 mil m³, mas as obras não foram finalizadas, pois “o fundo do reservatório não foi concretado, ocasionando grandes assoreamentos”, o que lhe impossibilitou de cumprir plenamente sua função.

Figura 17. Reservatório de contenção em 2018



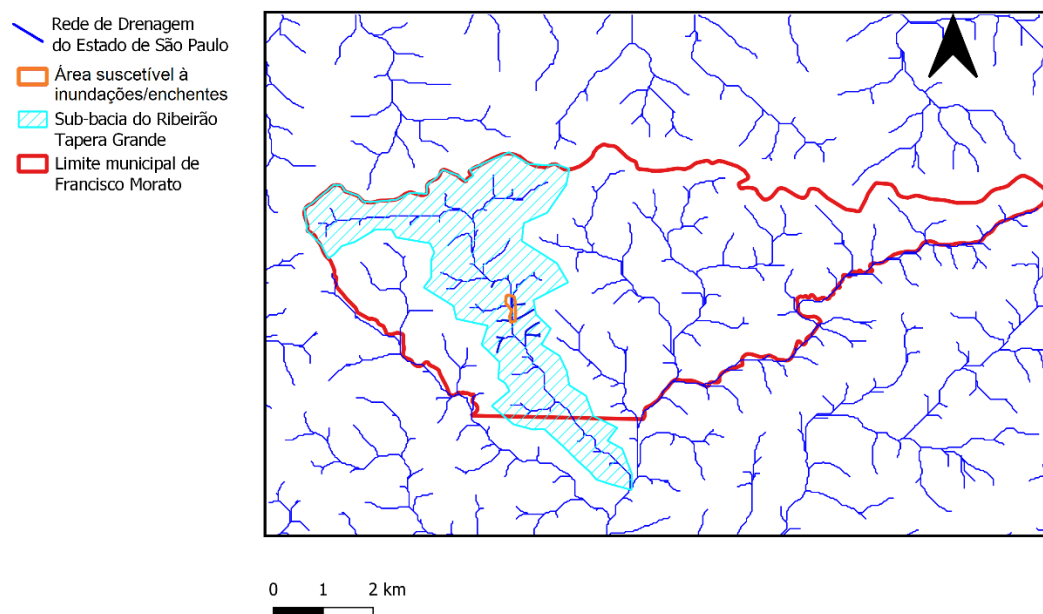
Fonte: Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana (Francisco Morato)

Neste plano são realizados uma série de apontamentos que deveriam receber atenção especial da prefeitura, como por exemplo, nas medidas estruturais de microdrenagem é destacada a falta de manutenção e limpeza do sistema (sarjetas, bocas de lobo, galerias, bueiros etc.) e nas medidas estruturais de macrodrenagem é salientada a canalização ineficiente do ribeirão, que apresenta estrangulamento da tubulação em diversos trechos. Todas essas medidas levantadas são intensivas.

O grupo executivo local, responsável pelos trabalhos de campos, apontou os principais pontos críticos de inundação/enchente, sendo eles: ruas Gerônimo Caetano Garcia, Manuel Vilaboim, João Mendes Júnior e a avenida Prefeito Cassiano Gonçalves Passo, além do calçadão, localizado em frente a estação de trens de Francisco Morato.

No relatório de Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, foi chegada a aproximadamente a mesma área encontrada no Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana (Francisco Morato). Abaixo consta o mapeamento realizado pelo CPRM.

Figura 18. Área de estudo suscetível à inundação/enchente



Fonte: Relatório de Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Publicado em 2018. Organização: Jonathan Lima.

Neste relatório, a área foi classificada como alto risco, significando que:

“Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade” (Serviço Geológico do Brasil, 2018).

A seguir serão apresentados os pontos onde ocorrem com maior frequência as inundações/enchentes dentro da área de estudo. Com é possível verificar, trata-se de área comercial, e os donos destes empreendimentos acumulam prejuízos todo ano, eles tentam reduzir as perdas instalando comportas contra enchentes em suas lojas, mas nem sempre isso é o suficiente para se evitar os prejuízos.

Figura 19. Alagamento na rua Gerônimo Caetano Garcia, em 2020



Fonte: Jornal Local Cidade Repórter (online)

Figura 20. Alagamento ocorrido em frente à estação de trens da cidade, em 2020



Fonte: Jornal Local Cidade Repórter (online)

Neste ano, em suas redes sociais, a Prefeitura municipal de Francisco Morato publicou fotografias das obras de manutenção que estão sendo realizadas no reservatório de contenção, já se preparando para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que apresentam altos índices pluviométricos. Além disso, informou também que está sendo realizada a limpeza e manutenção das caixas de captação de águas pluviais.

Figura 21. Obras de Desassoreamento do Reservatório de contenção



Fonte: Redes sociais oficiais da Prefeitura de Francisco Morato. Publicado em 09/12/2021.

Enfim, observados os resultados apresentados, fica evidente o que Ostrowsky e Zmitrowicz (1991) afirmaram, falta uma visão global da bacia hidrográfica, então, o que se faz é corrigir problemas pontuais, sem resolver realmente o problema social das inundações/enchentes. A gestão hídrica por parte dos governos municipal e estadual apresenta-se ineficiente diante das necessidades da população. É necessário a aplicação de medidas estruturais extensivas, que pretendam promover uma maior retenção e infiltração d'água (Berges. 2013), para isso deveria ser investido em áreas verdes, espalhados por diversos pontos da cidade, além do uso de novas tecnologias como asfaltos permeáveis, dentre outras diversas ações possíveis. E claro medidas estruturais intensivas também são necessárias quando se trata da manutenção do sistema de drenagem (como limpeza do rio, bocas de lobo e bueiros) e correção das obras de canalização do rio, que como apontados no plano de saneamento básico, são ineficientes e apresentação pontos de estrangulamentos em diversos trechos do canal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o levantamento e sistematização de dados sobre o contexto do meio físico local e regional, é possível vislumbrar como as variáveis do meio físico, como o clima (chuvas concentradas nos meses quentes), embasamento, vegetação, relevo e sua localização numa planície de inundação, tem uma forte influência no transbordamento do leito do rio, periodicamente.

Estas informações são suficientes para afirmarmos que este local é desfavorável à ocupação por moradias e construções para usos diversos, mesmo assim, conforme o estudo da história da cidade, esta área foi fortemente ocupada de maneira irregular, tendo enormes alterações no ambiente natural, que incluem: retirada da área verde, restando pouco da vegetação original; cortes no terreno; assim como a imensa impermeabilização do solo, por causa das construções e dos arruamentos; canalização parcial do leito fluvial etc. Somando-se todo esse conjunto de variáveis, podemos encontrar, se não todas, pelo menos as principais causas reais da persistente suscetibilidade espacial às inundações/enchentes do centro da cidade.

6. REFERÊNCIAS

BERGES, Bárbara. Geomorfologia urbana histórica aplicada à análise de inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca - São Paulo/SP. 2013.

CARNEIRO, C. D. R. e SOUZA, J. J. Mapeamento geomorfológico em escala de semidetalhe da região de Jundiaí-Atibaia. Campinas, Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 4 n. 2 (2003), p. 17-30.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. A geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CUSTÓDIO, V. A persistência das inundações na grande São Paulo. 2002. 333p. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DATAGEO - PROG_NASCENTES. Relevo – Declividade do Estado de São Paulo em %. Ano 2013.

DATAGEO. Cobertura da Terra do Estado de São Paulo. Ano 2010. Escala: 1:100.000.

DATAGEO. Rede de Drenagem do Estado de São Paulo. Ano 2013. Escala 1:50.000.

DOORNKAMP, J. C. e KING, C. A. M. Numerical analysis in Geomorphology-An introduction. London, 1971, E. Arnold, 372 p.

DYLIK, J. Notion du versant em Géomorphologie. Bull. Académie Polonaise des Sciences. Séries des Sci, Géol. et. Géogr., 1968, 125-132 p.

GILBERT, G. K. Report on the Geology Henry Mountains. U.S. Geogr. Geol. Survey Rocky Mtn. Regin, 18-98, 1877.

IPT - EMPLASA. Folhas planialtimétricas da Região Metropolitana de São Paulo – 1980/1981 (com atualizações). Escala 1:10.000.

MOROZ – CACCIA GOUVEIA, I. C. Da originalidade do sítio de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo. 2010. Teses (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, A. M. de. "A lógica da especulação imobiliária". Boletim Paulista de Geografia, nº 55, nov. 1978, p. 75-92.

RODRIGUES, C. Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n 2, p. 325-348, ago. 2015. ISSN 2179-0892.

RODRIGES, C. e ADAMI, S. F. Técnicas em hidrografia. 2011.

ROLNIK, R. e BONDUKI, N. Periferia da Grande São Paulo: reprodução do espaço como expediente de reprodução da força de trabalho. In: MARICATO, E. (org.) A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo, Alpha Ômega, 1992. 166 p.

SANTOS, Milton. A Urbanização Brasileira. Hucitec, São Paulo, 1993.

SANTOS, Milton. Metrópole Corporativa Fragmentada: o caso de São Paulo. Nobel, São Paulo, 1990.

SANTOS, R. C. B. "As condições de existência de parcelas da população trabalhadora - Osasco, São Paulo". Boletim Paulista de Geografia, nº 64, 2º semestre/1986, p. 59-74.

Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos - SSRH-CSAN. Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico - Drenagem Urbana. São Paulo, 2018.

Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Mapeamento da área de risco de municípios do Estado de São Paulo - município de Francisco Morato (SP) – relatório técnico n. 82913-215. 2005.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Litoestratigrafia. Ano 2004. Escala: 1:1.000.000.

VIDALI, Agnaldo. A História do Município de Francisco Morato: muito além da cidade-dormitório. São Paulo, 2019.

VILLAÇA, Flávio. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Livros Studio Nobel, 1998.

ZAVOIANU, I. Morphometry of drainage basins. Amsterdam, 1985, Elsevier. Developments in water Science, 238 p.