

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA, TURISMO E HUMANIDADES
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

Claudio Machado Junior

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE TATUÍ-SP

Sorocaba

2021

Claudio Machado Junior

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE TATUÍ (SP)

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos como requisito para conclusão do curso de graduação na modalidade de Licenciatura Plena em Geografia.

Orientação: Prof. Dr. Emerson Martins Arruda.

Sorocaba

2021

Modelo de ficha catalográfica

[Ficha Catalográfica — Biblioteca Campus Sorocaba - B-So UFSCar](#)

CLAUDIO MACHADO JUNIOR

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE TATUÍ (SP)

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos como requisito para conclusão do curso de graduação na modalidade de Licenciatura Plena em Geografia. Sorocaba, __ de _____ de 2021.

Orientador

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda
Universidade Federal de São Carlos

Examinador

Prof.Dr. André de Oliveira Souza
Universidade Federal do Oeste da Bahia

Examinador

Prof.Dr. Ermínio Fernandes
Universidade Federal de São Carlos

A todos(as) os(as) professores(as) e pesquisadores(as) brasileiros(as): a nossa simples existência é um ato de resistência.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que me acompanharam durante este processo exaustivo e recompensador, agradeço com muito amor. Agradeço em específico à minha noiva, que me acompanhou durante todos esses anos me dando sempre esperança e forças para alcançar este momento tão recompensador; a meus pais, por terem me educado e me dado condições emocionais, psicológicas e financeiras para poder alcançar minhas conquistas da melhor forma possível; a meus amigos próximos que fiz enquanto discente, em especial àqueles que me acompanharam desde o primeiro semestre da licenciatura e que continuarão a me acompanhar pelo resto da vida; em especial ao meu orientador e amigo que me proporcionou subsídios e oportunidades para a realização desta monografia, de primeiro modo com a iniciação científica; e não menos importante, meus sinceros agradecimentos a todos os professores com quem tive aulas desde o ensino básico até concluir o ensino superior, pois sem eles não seria possível nada disto aqui. Agradeço também a todos os funcionários e servidores do campus de Sorocaba da Universidade Federal de São Carlos, pois a minha graduação não existiria sem o trabalho de todos eles.

“E aquilo que nesse momento se revelará aos povos surpreenderá a todos não por ser exótico, mas pelo fato de poder ter sempre estado oculto quando terá sido o óbvio.”

(Caetano Veloso)

RESUMO

MACHADO JUNIOR, Claudio. Análise Geomorfológica e Ambiental do Município de Tatuí (SP). Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

O trabalho desenvolvido refere-se a uma pesquisa de geomorfologia ambiental e se pautou na caracterização geomorfológica do município de Tatuí, localizado na porção SE do estado de São Paulo. Além da análise geomorfológica, elaborada a partir da identificação de padrões das formas de relevo, a pesquisa também abordou os principais impactos ambientais que ocorrem no município. A metodologia utilizada no trabalho foi embasada a partir de referenciais teóricos da Geomorfologia, tratando da classificação taxonômica e dos níveis de abordagem do relevo. Houve a revisão bibliográfica do tema, elaboração de mapas temáticos e trabalho de campo. Como resultado constatou-se que no referido município têm-se seis unidades de relevo, cujas características diversas em geral estão relacionadas às diferentes rochas encontradas em seu território. Além disso, os próprios contatos litológicos impõem condicionantes à atuação da rede de drenagem da área, estabelecendo diferentes níveis de dissecação. Aspectos estruturais como falhas e diques de diabásio também ocasionam influências no relevo regional, e conseqüentemente, da paisagem do município. Aliadas às estas características, foram observadas diferentes atividades relacionadas ao uso do solo no território de Tatuí, enfocando elementos relacionados à área urbana, o impacto da impermeabilização e escoamento superficial na cidade, que frequentemente apresenta eventos de inundação e desmoronamento dos taludes fluviais. Uma discussão sobre a atividade mineradora também é abordada no trabalho, tendo em vista a expressividade da mesma na economia local. Este trabalho de conclusão de curso contempla assim os resultados esperados pelo projeto e certamente constitui base a partir da qual futuros estudos, mais específicos, poderão ser desdobrados.

Palavras-chave: geomorfologia ambiental; Tatuí; unidades de relevo; análise ambiental; ações antrópicas; paisagem.

ABSTRACT

The work developed refers to a research of environmental geomorphology and was based on the geomorphological characterization of the municipality of Tatuí, located in the SE portion of the state of São Paulo, Brazil. Besides the geomorphological analysis, developed from the identification of patterns of relief forms, the research also addressed the main environmental impacts that occur in the municipality. The methodology used in the work was based on theoretical references of Geomorphology, dealing with the taxonomic classification and the levels of approach of the relief. There was a bibliographic review of the theme, the elaboration of thematic maps, and field work. As a result, it was found that the municipality has six relief units, whose diverse characteristics are related to the different rocks found in its territory. Besides this, the lithological contacts themselves impose constraints on the area's drainage network, establishing different levels of dissection. Structural aspects such as faults and diabase dikes also influence the regional relief, and consequently, the landscape of the municipality. Allied to these characteristics, different activities related to land use were observed in the territory of Tatuí, focusing on elements related to the urban area, the impact of sealing and surface runoff in the city, which often presents flooding events and collapse of river slopes. A discussion on mining activity is also addressed in the work, in view of its expressiveness in the local economy. This end-of-course paper thus contemplates the results expected by the project and certainly constitutes a base from which future, more specific, studies can be unfolded.

Keywords: environmental geomorphology; Tatuí; relief units; environmental analysis; anthropic actions; landscape.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sequência dos procedimentos realizados	28
Figura 2. Níveis Taxonômicos de classificação de relevo propostos por J. Ross (1992).....	30
Figura 3. Mapa de Localização do Município de Tatuí	34
Figura 4. Precipitação média do município de Tatuí – 1955 a 2003.....	46
Figura 5. Temperatura média mensal do Município de Tatuí (SP) - 1955 a 2003.....	47
Figura 6. Corte esquemático da geomorfologia do Estado de São Paulo	49
Figura 7. Mapa de Cobertura de Vegetação do Município de Tatuí – SP	52
Figura 8. Vista Aérea da Fazenda Ipanema em Iperó - SP.....	54
Figura 9. Mapa Geológico do Município de Tatuí – SP	60
Figura 10. Mapa de Lineamentos de Tatuí (SP)	62
Figura 11. Mapa Hipsométrico do Município de Tatuí – SP	64
Figura 12. Mapa de Relevo Sombreado do Município de Tatuí – SP.....	66
Figura 13. Mapa de Declividade do Município de Tatuí-SP.....	68
Figura 14. Mapa de Unidades de Relevo do Município de Tatuí – SP.....	70
Figura 15. Forma de Interflúvio bem alongado e plano, pouco extenso, de topo convexizado e de vertentes retilíneas com bases semicôncavas – Unidade de Relevo I.....	71
Figura 16. Perfil de elevação da Unidade de Relevo I – Formas de Colinas e Vales	71
Figura 17. Perfil de elevação da Unidade de Relevo II. Interflúvios alongados, vertentes retilíneas, vales e planície aluvial do Rio Guarapó.	72
Figura 18. Perfil de elevação da Unidade III. Interflúvios, Vales e Escarpa destacada	73
Figura 19. Modelo Digital de Terreno com setas indicando a forma de Escarpa	74
Figura 20. Escarpa da Unidade de Relevo III	75
Figura 21. Foto da Escarpa localizada no Município de Tatuí - SP.....	75
Figura 22. Perfil de elevação da Unidade de Relevo IV.	76
Figura 23. Primeiro Perfil de Elevação da Unidade de Relevo V.	77
Figura 24. Modelo Digital de Terreno demonstrando o hipotético lineamento.	77
Figura 25. 2º Perfil de Elevação da Unidade de Relevo V.....	78
Figura 26. Foto de colina urbanizada com vertente retilínea de alta declividade com vale bem dissecado e Perfil de Elevação do local evidenciando as formas supracitadas - padrão encontrado na unidade V de relevo.....	79
Figura 27. Foto de colinas urbanizadas com vertentes retilíneas de alta declividade e Perfil de Elevação do local demarcando as formas bem definidas – padrão encontrado na unidade V de relevo.	80
Figura 28. Perfil de Elevação da Unidade VI de Relevo.....	81
Figura 29. Terraço Aluvial do Rio Tatuí. Altitude: 523 m.	83
Figura 30. Perfil de Elevação do Terraço Aluvial do Rio Tatuí.	84
Figura 31. Localização do Perfil de Elevação do Terraço Aluvial do Rio Tatuí – (Recorte da Figura 10 Mapa Geológico do Município de Tatuí-SP)	84
Figura 32. Curso do Rio Sorocaba no Município de Tatuí – SP	85
Figura 33. Localidade das Cerâmicas no Município de Tatuí-SP (2019)	86
Figura 34. Área de Atividade de extração de Argila por uma indústria cerâmica.....	87
Figura 35. Ocupações irregulares em taludes expostos próximos ao Córrego Matadouro Velho, no município de Tatuí, classificando área de risco.	89
Figura 36. Ponte derrubada pela sobrecarga do Rio Tatuí causada pela impermeabilização do solo e pela alta pluviosidade da época (2017).	91
Figura 37. Perfil longitudinal e índices Ksn e SL do Rio Tatuí.....	97
Figura 38. Afloramento 1 – Diabásios.....	98
Figura 39. Localização da Represa e Perfil de Elevação da Escarpa de Diabásios.....	99
Figura 40. Afloramento 2: Corte de Extração de Diabásio	100
Figura 41. Tubulação instalada em talude para o despejo de efluentes domésticos em curso d'água. ...	101

Figura 42. Recorte do Mapa de Declividade evidenciando as vertentes declines ocupadas pela malha urbana.	103
Figura 43. Terreno degradado pelo pisoteio do gado em conjunto com as alterações morfoclimáticas e pedogenéticas no município de Tatuí – SP	106
Figura 44. Pastagem com processos erosivos se intensificando	107
Figura 45. Locais com descarte de lixo inadequado – Município de Tatuí (2019)	109
Figura 46. Barreiro desativado não recuperado no Bairro Queimador e formação de lago de águas pluviais em 2014.	111
Figura 47. Área de barreiro desativado com plantação de vegetação arbórea no Bairro Queimador.	112
Figura 48. Área de Mineração de Argila por uma indústria cerâmica.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição detalhada dos solos ocorrentes no município de Tatuí – SP de acordo com o Plano Diretor de Controle de Erosão Rural (2011)	50
Tabela 2. Estratificação das áreas agrícolas do município de Tatuí, Estado de São Paulo, 2007. (LUPA – CATI/SAA, 2007/08).....	55
Tabela 3. Variáveis de ocupação do solo no município de Tatuí, Estado de São Paulo, 2007 (Projeto LUPA – CATI/SAA, 2007/08)	55
Tabela 4. Variáveis de uso do solo pelos estabelecimentos agropecuários do município de Tatuí, no Estado de São Paulo. (Censo Agropecuário, IBGE, 2017)	56
Tabela 5. Síntese dos Níveis Taxonômicos e de Abordagem referentes à área de estudo.....	92
Tabela 6. Valores obtidos para a definição do valor do índice Kns	93
Tabela 7. Valores obtidos para a definição do valor do índice SL.....	95
Tabela 8. Quadro Síntese de Problemas Ambientais ocorrentes no município de Tatuí (SP).....	114

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	13
2.	Objetivos.....	14
3.	Objetivos Específicos	14
4.	Revisão Bibliográfica	15
4.1	A Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise nos Estudos Ambientais	15
4.2	Influências Lito-estruturais na Compartimentação do Relevo e na Rede de Drenagem.....	17
4.3	Problemas ambientais associados à evolução da paisagem	22
4.4	Identificação de anomalias na rede de drenagem através da aplicação do índice RDE (Relação Declividade – Extensão).....	25
5.	Metodologia da Pesquisa	27
6.	Caracterização da Área de Estudo	33
6.1	Localização.....	33
6.2	Contexto Litológico da Área de Estudo.....	35
6.2.1	A Bacia Sedimentar do Paraná.....	35
6.2.2	Grupo Itararé	36
6.2.3	Formação Tatuí	39
6.2.4	Formação Irati	40
6.2.5	Formação Teresina	42
6.2.6	Formação Serra Alta	43
6.3	Aspectos Climáticos	45
6.4	Geomorfologia Regional.....	47
6.5	Rede de Drenagem	50
6.6	Tipos de solos da área	50
6.7	Cobertura florestal.....	51
6.8	Aspectos do Meio Histórico/Socioeconômico	53
7.	Resultados e Discussões	57
7.1	Caracterização Geomorfológica do Município de Tatuí.....	57
7.2	Análise da Rede de drenagem.....	93
7.3	Problemas Ambientais	100
7.3.1	Despejos de Efluentes Domésticos e Industriais	101
7.3.2	Impermeabilização do Solo & Sistema de Escoamento Deficiente	102
7.3.3	Arborização Urbana	104
7.3.4	Pisoteio Animal & Degradação do Solo	105
7.3.5	Descarte de Resíduos Sólidos Urbanos/Lixo.....	108
7.3.6	Mineração de Argila & Impactos Ambientais	110
8.	Considerações Finais.....	116
9.	REFERÊNCIAS	118

1. Introdução

A presente monografia buscou desenvolver estudos sobre o mapeamento e caracterização do relevo do município de Tatuí, analisando ainda processos de degradação ambiental do referido recorte espacial através das reflexões e resultados obtidos através de pesquisa de Iniciação Científica (PIBIC) financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo edital 001/2018 – CoPICT/ProPq.

Compreende-se que as características morfológicas do relevo são entendidas como formas resultantes de processos de erosão e acumulação de materiais ao longo do período Quaternário, com a finalidade de se identificar estágios e particularidades da esculturação da superfície. Assim, o estudo geomorfológico da bacia com base na análise dos processos morfodinâmicos de sua área irá contribuir tanto na compreensão da disposição espacial e significado dos depósitos sedimentares quaternários, quanto na evolução de uma determinada área em interação com a configuração morfoestrutural que apresenta. Dentre as possibilidades de abordagem da bacia hidrográfica, a geomorfologia fluvial forneceu bases teóricas e práticas para a interpretação de uma história evolutiva da área

A análise morfométrica utilizada nos estudos geomorfológicos tende a contribuir de forma significativa para o esclarecimento da dinâmica do relevo e evolução da paisagem (Hackspacher et al, 2010), contribuindo com conhecimentos sobre processos e formas pretéritas que condicionam a organização de toda a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. O cálculo de alguns parâmetros sobre sistemas fluviais proporciona resultados que têm grande relevância, principalmente os referentes a deformações da crosta de áreas localizadas longe das bordas ativas das placas tectônicas (Etchebehere et. al, 2004), haja vista que no caso brasileiro grande parte do território está situada em borda passiva.

Etchebehere (et al, 2004), afirmam que os índices morfométricos são importantes indicadores de mudanças nos cursos d'água, pois os mesmos reagem de modo imediato

a qualquer alteração e deformação que se apresente na paisagem, mostrando alterações no nível de base que podem ser reflexos de condições climáticas passadas ou ainda de cunho tectônico, neste último caso é possível inferir a influência da neotectônica na modelagem da paisagem. Com isso esse estudo fornecerá importantes contribuições nos estudos de processos pretéritos que caracterizaram paleoambientes e que são atualmente responsáveis pela organização espacial e comportamento da rede de drenagem.

Neste sentido, tornou-se necessário a aplicação de técnicas da pesquisa geomorfológica na análise da região de Tatuí-SP, a fim de determinar a influência das deformações geológicas sobre a geometria das bacias hidrográficas do município. O estudo se fundamentou na aplicação de índices morfométricos, e análise do perfil longitudinal dos vales. Os resultados serão interpretados como possíveis indicadores de atividade neotectônica na área, ou resposta dinâmica aos controles lito-estruturais da bacia. As principais estruturas geológicas serão identificadas na carta topográfica e correlacionadas aos padrões de drenagem, a fim de evidenciar possíveis controles morfoestruturais. Busca-se assim a análise de atributos da paisagem como relevo e rede de drenagem fornecendo suporte para a compreensão da evolução geomorfológica da área.

De acordo com Ross & Moroz (1997) a região de Tatuí está localizada na província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, e com relação ao modelado, a área apresenta interflúvios alongados, pouco extensos e de topos levemente convexizados.

2. Objetivos

O presente trabalho de conclusão de curso buscou a análise da dinâmica geomorfológica do município de Tatuí-SP com base na compartimentação do relevo, aspectos da rede de drenagem, e análise dos impactos ambientais da área.

3. Objetivos Específicos

❖ Elaboração de mapas temáticos e aplicação de índices morfométricos na área de estudos;

- ❖ Identificação da influência dos aspectos morfoestruturais na configuração do relevo e da rede de drenagem;
- ❖ Identificação dos principais problemas ambientais que ocorrem no município.

4. Revisão Bibliográfica

4.1 A Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise nos Estudos Ambientais

Sendo a bacia hidrográfica a principal responsável pela dissecação do relevo de uma determinada área, o estudo e a análise desta se torna fundamental para a compreensão do desenvolvimento geomorfológico da região, assim como para os estudos ambientais, que partindo de sua análise, possuirão uma base de resultados para a elaboração de um plano de manejo/gestão dos recursos naturais de maior qualidade.

Ao considerarmos a bacia hidrográfica como unidade de análise, será possível também avaliar nela de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus impactos sobre o equilíbrio hidrológico, contribuindo de grande modo para os estudos ambientais baseando-se em sua grande importância integrando os elementos da paisagem e suas inter-relações de forma sistêmica. (BOTELHO & SILVA, 2004).

Barrella et al. (2001) definem a bacia hidrográfica como

“um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.”

Zanella et al. (2013) caracterizam a bacia hidrográfica como unidade de investigação de comportamento sistêmico, na qual existem variáveis naturais e humanas, endógenas e exógenas, atreladas a ela que estão sempre em interação dinâmica, o que justifica sua importância como unidade de pesquisa, planejamento e gestão territorial pela possibilidade de visualização e entendimento concreto das inter-relações entre os seus componentes.

Desta forma, a análise das bacias hidrográficas poderá nos levar ao entendimento e ao esclarecimento de inúmeras questões geomorfológicas, pois os cursos d'água instituem um dos processos morfogenéticos mais ativos e dinâmicos na esculturação da superfície terrestre ao longo dos anos (CHRISTOFOLETTI, 1974), tendo influência

também no comportamento mecânico dos mantos de solo e rochas. Se configura como imprescindível nas caracterizações e reconhecimento das feições morfológicas (CUNHA; GUERRA, 2008).

Alguns autores como Stevaux & Latrubesse (2017) ressaltam que a bacia hidrográfica sofre alterações durante a sua existência, e que estas alterações estão ligadas a redução progressiva do relevo em função da denudação continental, desta forma, a bacia hidrográfica e suas peculiaridades (padrão e densidade da drenagem; padrão e dimensão do canal; estoque e retirada de sedimentos), são

“... resultado de uma série de fatores de controle que podem ou não variar com o tempo, e o produto final não necessariamente depende da redução do relevo, mas sim de intervenções extrínsecas, como tectonismo e mudança climática”. (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 231).

Ressaltam ainda que nos últimos milênios a intervenção antrópica deve ser estritamente considerada na avaliação de causas das mudanças de um sistema fluvial. Sendo assim, é imprescindível incluirmos este fator em nossas análises ambientais e geomorfológicas, visto que todos eles estão relacionados e se afetam (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). O sistema fluvial, como qualquer sistema geomórfico, possui um vasto número de variáveis, cujos fenômenos integrantes (hierarquia, sensibilidade, inter-relações) são extremamente complexos, de forma que a ação antrópica, em um determinado grau, pode se disseminar tanto espacialmente, por extensas distâncias, quanto temporalmente, por um grande período de tempo após a intervenção destes (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 257). À vista disto, a convivência da sociedade com sistemas fluviais alterados ou não, necessita da aplicação de técnicas e metodologias que concedam a exploração necessária dos recursos hídricos com o mínimo de impacto possível, a modo que o sistema fluvial conserve sua estrutura e funcionamento, e este manejo conservativo só será possível a partir da abordagem da bacia hidrográfica como unidade de análise, integrando todos os seus componentes (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 274).

Mediante à instauração e desenvolvimento de um manejo conservativo dos recursos naturais, planeja-se utilizar os recursos biológicos e físicos do rio sustentavelmente, levando à uma tentativa de harmonização e balanceamento das diferentes operações que o homem impõe ao meio ambiente a seu próprio benefício

(STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 274), alterando tanto o rio quanto os outros elementos constituintes da bacia.

Desta forma, a partir da bacia hidrográfica podemos distinguir o estado dos integrantes de seu sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação, etc.) e seus respectivos processos (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação, etc.) para avaliarmos o equilíbrio do sistema e também a sua qualidade ambiental, que segundo Botelho & Silva (2004), o conceito de qualidade ambiental pode ser entendido como um reflexo das ações antrópicas sobre o espaço e seus constituintes em um certo momento, logo, os níveis de qualidade ambiental reconhecidos são variáveis no tempo e no espaço e são dependentes da busca e usos dos recursos naturais pelo homem em sociedade, diferindo-se econômica e culturalmente. Desta forma, a qualidade ambiental deve ser considerada não somente como o resultado da soma das qualidades de cada constituinte do ambiente, mas como condição estritamente vinculada à qualidade de vida das populações. (BOTELHO & SILVA, 2004)

4.2 Influências Lito-estruturais na Compartimentação do Relevo e na Rede de Drenagem

A estrutura é a base onde se assentam os canais da rede de drenagem, que passam então a esculpir o relevo deste através de seus processos denudacionais. É de suma importância conhecer a compartimentação da área de estudo para entender o funcionamento destes processos erosivos, ajudando também a definir áreas fonte e depósitos correlativos. Desta maneira, o estudo do relevo é de suma importância para as demais ciências e também para o estabelecimento de planos de manejo e gestão ambiental que favoreçam a proteção do referido recorte, pois nos permitirá definir a vulnerabilidade do ambiente em frente ao uso do solo e aos demais fatores naturais e humanos que o modificam.

Posto isto, as forças endógenas (subdivididas em passivas e ativas) determinam a formação das feições de relevo através de seu condicionamento estrutural; a força ativa caracteriza-se pela força manifestada através da energia do interior da Terra e se evidencia pela dinâmica da litosfera por meio da tectônica de placas; logo, a força passiva é denominada pela força que apresenta resistência aos processos erosivos, e é definida

pelos tipos de rochas e pelos diversificados modos como elas estão dispostas estruturalmente na superfície (ROSS, 2008).

Os processos exógenos agem na esculturação das formas de relevo pela energia do calor solar, presente na superfície da crosta continental terrestre pela atuação da atmosfera. São caracterizados pelo desgaste das rochas pela ação mecânica do ar, da temperatura e especialmente pelas ações físico-químicas da água em seus diversos estados (ROSS, 2008). Estas supracitadas forças se interagem, resultando na formação e esculturação das formas de relevo na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Sobretudo, é preciso incluir juntamente aos processos exógenos as ações antrópicas, causadoras nos últimos milênios de grandes impactos ambientais por vezes irreversíveis, podendo ser consideradas na avaliação de causas das mudanças tanto em um sistema fluvial (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017) como geomorfológico, visto que a bacia de drenagem nunca é desatrelada ao relevo em que se procede.

É impraticável considerar o relevo e a bacia de drenagem como dois fenômenos separados, pois são membros de um sistema aberto (a própria bacia de drenagem), e estão em interação contínua (CHRISTOFOLETTI, 1980), deste modo, as lito-estruturas que embasam a área de estudo e a bacia de drenagem as influenciam direta e indiretamente a partir de seus materiais e processos.

Os processos erosivos causados pela atuação físico-química da água (processo exógenos) interagem direta e indiretamente com os tipos de rochas, definidos como representações das forças endógenas passivas justamente por sua resistência aos desgastes erosivos. Sua composição e sua estrutura definem a sua vulnerabilidade a estes processos erosivos gerados pela ação mecânica do ar, da temperatura e da água, fluvialmente disposta nos canais da bacia de drenagem em sua forma líquida, mas também em suas formas gasosa e sólida na atmosfera. Portanto, Stevaux & Latrubesse (2017), mencionam que quaisquer variações na estrutura geológica ou nos materiais da superfície (rocha e solo), afetarão o padrão da rede de drenagem, visto que estes se relacionam diretamente pois fazem parte de um sistema aberto.

Destarte, enquanto unidade hidrogeomorfológica, a bacia hidrográfica é um exemplo de sistema aberto, visto que recebe e troca energia com o exterior. Sobretudo, um membro do sistema é capaz de influenciar todo o resto transferindo massa e/ou

energia e criando as ligações entre estes elementos. (GILBERT, 1877; STEVAUX & LATRUBESSE, 2017).

Segundo Cunha e Guerra “[...] a bacia de drenagem tem papel fundamental na evolução do relevo uma vez que os cursos de água constituem importantes modeladores da paisagem [...]” (2008, p 354). Além disto, as bacias hidrográficas brasileiras dispõem de especificidades em função das características ambientais predominantes: o tipo de geologia, a distribuição das precipitações no espaço e no tempo, o solo dos terrenos e a forma de uso do solo/ocupação que atua de forma insaciável no sistema capitalista, fornecendo grandes quantidades de sedimentos ao leito dos rios (CUNHA. *In: Geomorfologia do Brasil*, 2006) e modelando a paisagem.

Sendo assim, Christofolletti (1980) salienta que a forma dos canais é produto da ação exercida pelo fluxo d’água sobre os materiais rochosos - com suas especificidades - que constituem o leito (espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas) e as margens, e suas dimensões são manejadas pelo equilíbrio entre seus processos erosivos de esculturação e os processos degradacionais depositando materiais no leito e em suas margens – sendo estes processos agregados às mudanças climáticas e tectônicas que influenciam a região da rede de drenagem ao longo do tempo geológico (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 76-77).

Portanto, a formação de uma rede de drenagem se dá através da necessidade de uma maior eficiência do escoamento de água (menor comprimento de pendente para maior velocidade de fluxo) em razão de uma menor energia despendida possível. Sobretudo, a máxima eficiência de escoamento de água nunca é atingida na natureza pelo fato das condições locais da superfície como fragmentos de rochas, troncos e mudanças incisivas na erodibilidade (susceptibilidade do material à erosão) do solo provocarem a diminuição dos processos de incisão do canal e concentração de fluxo d’água, sendo os fatores antrópicos também contribuintes à redução da intensidade ou à não-instalação de uma rede de drenagem. (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 77-81).

De acordo com Stevaux & Latrubesse (2017), a capacidade de absorção e retimento temporário de água das rochas e do manto de solo interveem também nas características hidrológicas de uma bacia de drenagem, considerando que o escoamento direto é somente um integrante do escoamento total. A estrutura geológica que a embasa

é outro dos fatores que influenciam o escoamento, sendo assim, “[...] a ocorrência de camadas inclinadas, fraturas e falhas pode aumentar ou reduzir a infiltração da água da chuva e, assim, influenciar o comportamento do escoamento total.” (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 89)

Visto que a rede de drenagem e a estrutura que a comporta sempre estarão relacionados, os processos morfogenéticos advindos destes fatores modela o terreno de acordo com suas características, e, sendo assim, o relevo apresenta uma diversidade enorme de tipos de formas as quais por mais que pareçam estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, devido às diversas combinações e interferências dos demais componentes do estrato geográfico (ROSS, 2010), como a ação dos sistemas hidrológicos, climáticos, cobertura vegetal, litologia, etc. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As formas de relevo integram e são o produto resultante das interações existentes entre diversos processos, sendo eles: estrutura geológica, atividades endógenas (magmatismo e tectonismo), dinâmicas atmosféricas, hidrológicas, glaciológicas e biológicas, que esculturam, deformam e transformam de forma permanente a paisagem ao longo do tempo. A paisagem como um todo, seus processos e relações, formas e materiais, são constituídos pela totalidade de processos atuais e pretéritos pelos quais são dirigidos por fatores climáticos, estruturais, e não menos importante, sociais (antrópicos) – com suas diversas formas de uso do solo que contribuem para a transformação/degradação da superfície. (MELO et al. *In*: Quaternário do Brasil, 2005). À vista disto, a análise integrada dos elementos da paisagem se faz necessária para identificarmos e caracterizarmos os componentes paisagísticos do supracitado recorte espacial de estudo, também inferindo nos estudos ambientais que servirão para identificar possíveis níveis de degradação ambiental.

Deste modo, o relevo é somente um dos constituintes da litosfera e está intimamente associado às rochas que o sustenta, o clima, os processos de erosão que esculpem a superfície e com os tipos de solo que o recobrem. As diferenciações das formas do relevo são resultado, sobretudo, da atividade simultânea, nada obstante, desigual das atuações climáticas de um lado e da estrutura da litosfera de outro, bem como, tanto o clima quanto a estrutura não se comportam sempre idênticos, mas em

oscilações – não se modificam continuamente ao longo do tempo no espaço (ROSS. *In: Geomorfologia do Brasil*, 2006). A evolução/transformação dos sistemas hidrográficos está estritamente entrelaçada a influências lito-estruturais e às variações no regime climático, que resultam em feições morfológicas específicas alocadas sobre a paisagem.

“No território brasileiro, as estruturas e as formações litológicas são antigas, mas as formas de relevo são recentes.” (ROSS, 2009). Sobretudo, situo aqui como elemento de grande importância a análise das formas e materiais quaternários, já postos como objetos de estudo desde o início deste trabalho por apresentarem fatores que se configuram como possíveis indicadores de degradação e esculturação da paisagem. Desta maneira, as feições geomorfológicas foram esculpidas pelos processos erosivos que sempre atuaram e continuam agindo sobre elas, logo, estão permanentemente sendo transformadas e reafeiçoadas todos os dias (ROSS, 2009).

Não menos importante, as formas de relevo constituídas por processos quaternários continentais são, segundo Melo (et al. 2005, p. 259, *in: Quaternário do Brasil*) as principais formas que ocorrem no meio tropical brasileiro, e conseqüentemente não devem ser esquecidas na análise da paisagem e do relevo, como as superfícies de aplainamento de maiores ou menores extensões, variados tipos de encostas, feições de erosão (ravinas, voçorocas, sulcos, pipings, colapsos, etc.) e feições de acumulação, como as rampas colúvio-aluviais, leques e terraços aluviais, que durante este estudo poderão ser identificados no recorte supracitado por meio da análise de MDT's e Trabalhos de Campo.

Ainda de acordo com os autores, a análise das formas e materiais quaternários é crucial para a análise, compreensão e entendimento das dinâmicas paisagísticas, constituindo também um dos critérios de classificação e cartografia do relevo que nos permitem deduzir, sobretudo com a análise destes, a vulnerabilidade de seus processos erosivos, o comportamento das águas subsuperficiais, a ocorrência de minérios ou materiais de empréstimo, o comportamento (estabilidade, permeabilidade, reação à carga etc.) dos materiais superficiais, contribuindo em suma para uma análise ambiental de maior qualidade.

Deste modo, o estudo do relevo é de suma importância para o desenvolvimento de planos e projetos que demandam cada vez mais revelar os possíveis impactos

ambientais que serão subseqüentes a mudanças climáticas, hidrológicas, antrópicas, etc. (MARQUES, p. 25, *in*: Geomorfologia, uma Atualização de Bases e Conceitos, 2007).

Logo, a interpretação e análise da paisagem é constituída pela classificação cronológica de seus componentes e na identificação das implicações das interações de feições e materiais obtidos com processos atualmente vigentes, (MELO et al., p. 259, *in*: Quaternário do Brasil, 2005) os quais repercutem também na bacia de drenagem, direta ou indiretamente, tendo como exemplo as condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia, considerados como fatores que controlam a morfogênese do relevo. Os fenômenos interferentes no relevo regulam o tipo de material a ser propiciado aos rios e aos outros meios de transporte de material detrítico, sobretudo além disto, de acordo com o tipo de material originado na fonte (forma de relevo), será o tipo de material que se sucede no ambiente de sedimentação. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Sendo assim, é necessária a integração das unidades lito-estruturais na análise da compartimentação do relevo e da rede de drenagem, visto que estas possuem influência direta e indireta sobre os integrantes da paisagem, definindo sua susceptibilidade aos processos erosivos e modelando suas formas, que se tornam unidades de análise no referido estudo de caracterização. Sendo assim, a análise e o estudo da geodinâmica endógena não poderá ser desagregada da Geomorfologia uma vez que a origem e a evolução das formas presentes na superfície adviriam dos agentes internos através de seus fenômenos geológicos.

4.3 Problemas ambientais associados à evolução da paisagem

O relevo se constitui a partir da interação das forças endógenas e exógenas registradas ao longo do tempo geológico, desta forma, devemos considerar as ações antrópicas como fator de rápidas e intensas transformações na paisagem, pois a alteramos através das nossas próprias relações sociais de produção, dando ênfase ao modo de produção capitalista utilizando-se dos recursos naturais e da capacidade de produção da Terra(planeta) para o acúmulo de capital. Como dito anteriormente, os problemas e impactos ambientais têm se intensificado ao longo dos anos em razão do crescimento das forças produtivas que estruturam o modo de produção capitalista (CASSETTI, 1991). Regulamentado pela resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de

1986 publicado no Diário Oficial da União em 17 de fevereiro de 1986, o conceito de impacto ambiental refere-se à

“[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais”.

O relevo é considerado elemento de interesse geográfico e recurso natural, desta forma, também pode ser considerado de preocupação ambiental uma vez que nos apropriamos das suas características e de seus produtos. Aziz Ab'Sáber (1969) enfatiza em seu terceiro nível metodológico de análise geomorfológica (fisiologia da paisagem) que é preciso compreendermos a atual configuração da paisagem em relação ao clima, aos processos pedogenéticos e morfoclimáticos atuais considerando também as atividades humanas, pois estas variações de fisiologia podem ser alteradas e determinadas por ações antrópicas predatórias, que em sua grande maioria correspondem em ações irreversíveis ao equilíbrio do sistema ambiental “(...) imitando até certo ponto os acontecimentos de maior intensidade, relacionados às variações climáticas quaternárias.” (AB'SÁBER, 1965, pp. 147-148 apud AB'SÁBER, 1969).

Uma das atividades humanas que mais impactam o relevo do município de Tatuí – SP é a extração de argila através da abertura de cavas para retirada do material, pois a cidade é demarcada pela forte presença das indústrias cerâmicas pelo seu substrato argiloso próprio ao interesse das mesmas, desta forma, é impossível para a sociedade industrial de forma geral privar-se do uso dos recursos naturais limitados pois se trata de interesse capitalista, o que cabe à fiscalização optar por medidas restaurativas das quais nem sempre são implementadas de forma regular e devidamente fiscalizadas pelos órgãos responsáveis.

As argilas possuem diferentes utilidades uma vez que são usadas para a confecção de cerâmica vermelha estrutural, como telhas e tijolos; na confecção de cerâmica artesanal, como vasos e estatuetas; na cerâmica vermelha esmaltada, como os pisos e lajotas; na cerâmica branca, nos azulejos e louças, e na cerâmica fina como

nos filtros destinados a siderurgia e nas ferramentas utilizadas para corte (BALISTIERI E AUMOND, 1997).

A exploração neste ramo de atividade na cidade é feita a céu aberto e gera forte alteração no sistema ambiental, deixando várias demarcações no relevo e uma quantidade de rejeitos do substrato que acabam impactando também os corpos hídricos próximos às cavas (ROSS, p. 231, 2008).

Seguindo o conceito de área degradada definida pelo Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (IBAMA, 1990), “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e vazão do regime hídrico forem alteradas”, e o Artigo 2º do Decreto 97.632/89 (Brasil, 1989), que regulamenta o Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938/81, “são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a capacidade produtiva dos recursos ambientais”, foi possível identificar diversos setores em que estas áreas degradadas estão presentes no município devido à extração do material supracitado. Ainda sobre a recuperação das áreas degradadas, o Artigo 3º do Decreto 97.632/89 (Brasil, 1989) dispõe: “A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”, desta forma, deve-se retomar as condições para que a área degradada recupere suas propriedades buscando uma estabilidade ecossistêmica.

A restauração de áreas degradadas é um processo de melhoria contínua que requer conhecimento, tecnologia e monitoramento contínuo. É criar condições para reconstruir a complexa rede de relações ecológicas entre solo, plantas, animais e microclima, de modo a realizar o reequilíbrio dinâmico da natureza em áreas que atualmente carecem dessas condições (REIS, ZAMBONIN E NAKAZONO, 1999). O principal objetivo da restauração ambiental deve ser buscar restabelecer a estrutura ecológica e as funções que existem no ecossistema antes que ele seja degradado (AUMOND, 2003).

Desta forma, é de suma importância incluirmos as atividades humanas como fator (exterior) modificador intenso da paisagem, uma vez que, dependendo do grau de alteração do sistema, tal ação pode ser considerada irreversível, como por exemplo o aumento das queimadas intencionais descontroladas, o aumento das taxas nacionais de desmatamento, a redução da arborização urbana, a ocupação de áreas de risco, a modificação dos rios através de ações degradantes e a extração de argila que já ocorrem no município. É estritamente necessário adotarmos medidas racionais para o uso destes recursos, sempre visando o aprimoramento técnico-científico, econômico-social com ênfase na qualidade ambiental, de vida, na recuperação ambiental devido às grandes modificações causadas ao longo do tempo e à preservação dos recursos que ainda nos restam, os quais todo ano ficam cada vez mais escassos.

4.4 Identificação de anomalias na rede de drenagem através da aplicação do índice RDE (Relação Declividade – Extensão)

Como parâmetro morfométrico utilizado nesta pesquisa, o Índice RDE (Relação Declividade vs. Extensão) primeiramente proposto e chamado de *Stream Gradient Index* por Hack (1973) serviu para a identificação e delineamento de áreas que sofreram algum tipo de reajuste neotectônico, configurando-se de grande importância para compreender a configuração geomorfológica atual e temporal do recorte espacial de análise. O índice RDE, ou Relação Declividade-Extensão como denominado no Brasil por Etchebehere (2000) é usado em diversos trabalhos para caracterizar o segmento de drenagem ao longo do perfil longitudinal, e reflete a força ou capacidade do fluxo da água e é o produto da relação entre a inclinação e o comprimento de um determinado trecho de rio. Sendo assim, através do uso desta técnica é possível localizar mudanças (anomalias) na declividade do curso do rio e determinar a deformação topográfica mais recente relacionada à evolução temporal do rio através de seus agentes modificadores internos e externos atrelados ao seu sistema (HACK, 1973; ETCHEBEHERE et al, 2004; BELARMINO; BASTOS, 2021).

Em sua técnica desenvolvida para identificar anomalias nos canais de drenagem, Hack (1973) relacionou o potencial hidráulico ($\Delta h/\Delta l$ – onde Δh é definido como a diferença altimétrica ou projeção vertical, e Δl é a projeção horizontal) do curso fluvial e

o trajeto (L) que ele percorre em cada área de análise, do ponto de estudo até a cabeceira do rio, conferindo índices que possibilitam comparar trechos do rio que possuem diferentes tamanhos de vazão. Estas supracitadas comparações podem mostrar a partir das oscilações do valor dos índices, uma alteração de substrato e/ou estrutura da área analisada. O índice utiliza o parâmetro do perfil longitudinal do rio analisado (a curva alcançada através dos dados localizados em um gráfico de coordenadas cartesianas, as quais representam a altitude, definida como **H**, relativa à distância da jusante do rio, definida como **L**, inseridas na equação **H=f(L)**, onde **f** é igual ao gradiente do canal. Desta forma, o perfil longitudinal do rio reflete a condição do equilíbrio do mesmo, logo, qualquer alteração por movimentos crustais pode levar o rio a se ajustar através dos processos erosivos impulsionados pelas mudanças tectônicas em seus componentes pela busca por um novo equilíbrio. (MARTINEZ, 2005. MONTEIRO et. al., 2014).

Os cursos fluviais podem ser considerados o elemento mais sensível às transformações tectônicas crustais pois podem responder imediatamente ao processo de deformação da superfície através dos abalos sísmicos e movimentações crustais de pequena escala e magnitude, tornando este componente geossintético o mais apropriado para análises neotectônicas, possibilitando a identificação de áreas sujeitas a movimentações recentes ou antigas (Volkov et al., 1967; Ouchi, 1985; Phillips e Schumm, 1987; Schumm, 1993; Wescott, 1993 apud. ETCHEBEHERE et al., 2004), desta forma, a técnica supracitada é estritamente indicada para a utilização neste tipo de análise fazendo uso da bacia hidrográfica como unidade base neste estudo.

O uso da mesma pautou-se na grande relevância da aplicação da mesma em grandes obras que contribuíram para o estudo geomorfológico das atividades neotectônicas. Segundo Etchebehere et. al. (p. 272, 2004), a técnica foi utilizada para a

[...] avaliação da história deformacional do Himalaia (Seeber & Gornitz, 1983); para analisar a implicação neotectônica de registros sísmicos reportados nos estados de Arkansas e Missouri (USA) (McKeown et al., 1988), para analisar o comportamento da Falha de San Andreas (California, USA), na junção tríplice das placas tectônicas Norte-Americana, do Pacífico e Gorda (Merritts & Vincent, 1989); e também para definir a Falha (cega) de Woodstock, na região de Charleston, Carolina do Sul (USA) [...]

Partindo de Hack (1973), neste trabalho, a aplicação do Índice RDE tem como objetivo analisar os resultados morfométricos considerando os elementos litológicos entalhados pelo corpo hídrico do principal afluente do Rio Sorocaba dentro do limite municipal de Tatuí (SP), onde pode-se distinguir das características físicas influenciadas pelos elementos constituintes do sistema as anomalias e deformações neotectônicas, como mudanças abruptas e rearranjos preferenciais ao longo do perfil longitudinal traçado sobre o canal da bacia supracitada.

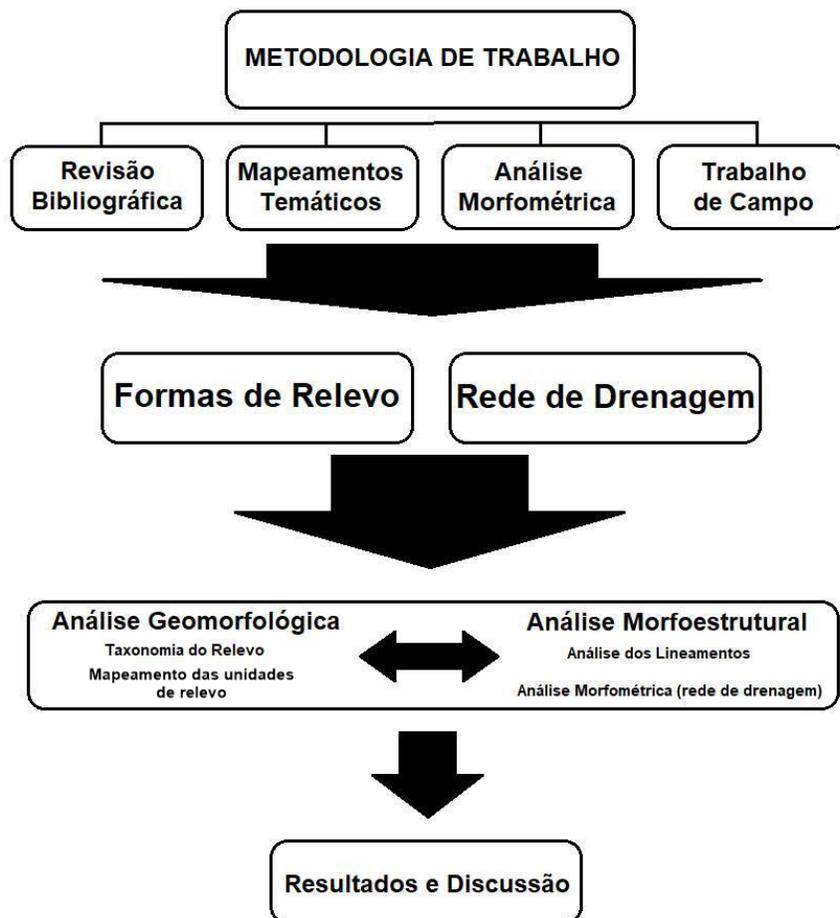
“O índice cresce onde o rio flui por sobre rochas mais resistentes e decresce onde percorre um substrato mais macio.” (ETCHEBEHERE et. al., p. 275, 2004), e também faz correlação com o nível de descarga (volume) dos canais fluviais pois leva em consideração a sua capacidade de erosão e transporte dos sedimentos ao longo de seu curso. Destarte, este denominado volume é proporcional em razão dos níveis de declividade da superfície em que o rio se ajustou (ETCHEBEHERE et. al., p. 275, 2004). Como o município possui uma ampla gama de litologias, seus substratos também são variados e derivam de litologias em sua maioria sedimentares, gerando solos plásticos e argilosos, conferindo certa singularidade presente na região à configuração atual.

5. Metodologia da Pesquisa

Foi utilizada a perspectiva de sistemas ambientais tratada por Christofolletti (1974), uma vez que a abordagem sistêmica permite a adoção da bacia hidrográfica como unidade espacial de análise mais apropriada para o estudo, e justifica-se pela interação entre os diferentes elementos e atributos que em conjunto fazem parte da evolução da paisagem, sendo que na bacia hidrográfica os limites espaciais foram estabelecidos naturalmente através da evolução do relevo.

Com relação à metodologia a mesma está dividida nas seguintes etapas:

Figura 1. Sequência dos procedimentos realizados



Análise da Rede de drenagem - a fim de caracterizar a influências da morfoestrutura sobre os padrões de drenagem, foram utilizados procedimentos de gabinete como o mapeamento morfoestrutural da área e a retirada dos diversos tipos de lineamentos observados nas bases cartográficas. Alguns índices morfométricos foram escolhidos para testar a interdependência de fatores associados à estruturação do relevo como, por exemplo, os controles estruturais sobre os padrões de drenagem. Com o propósito de estabelecer uma base para se comparar trechos fluviais de tamanhos diferentes, Hack (1973) propôs uma nova unidade morfométrica denominada “Stream Gradient Index” na qual se relaciona a declividade de um rio em determinada localidade com o comprimento do trecho respectivo, como dito supracitadamente.

Revisão Bibliográfica: foram consultados diversos documentos como livros, dissertações, artigos e propostas de pesquisas da geomorfologia aplicada a fim de obter

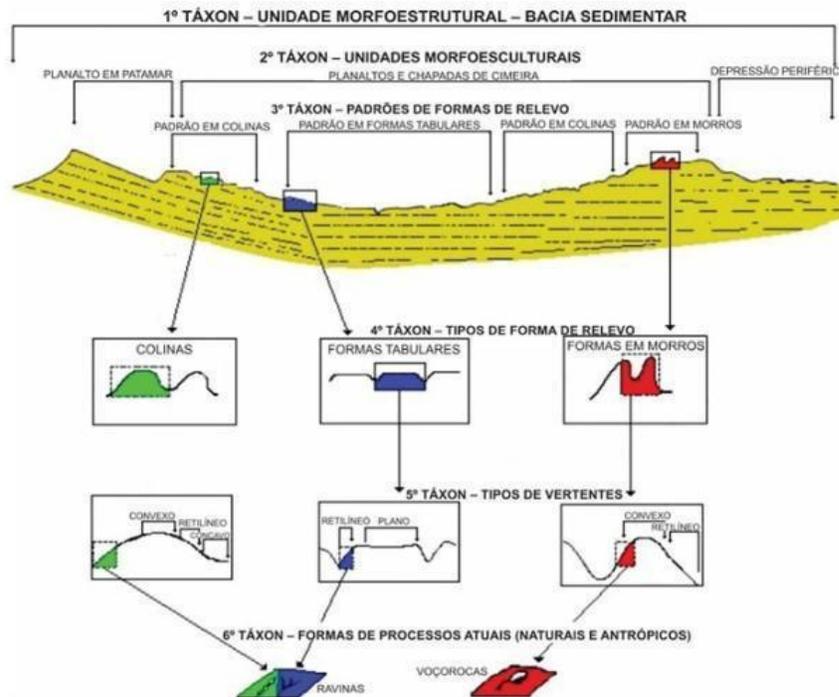
respaldo teórico sobre o tema, caracterizar a área de estudo, apontar os processos atuais e tecer relações entre os elementos e processos no relevo e na paisagem.

Análise Geomorfológica: foram utilizadas, na descrição geomorfológica, a metodologia de Ab'Sáber (1969) e de Ross (1992).

Ab'Saber propõe atribuir à pesquisa três níveis metodológicos. São eles: a compartimentação topográfica, que consiste em realizar uma descrição topográfica regional, identificando a geologia dos setores de altimetria diferente e para a distinção de unidades morfológicas; o segundo nível é o da estrutura superficial, que busca caracterizar a estrutura da paisagem de forma a considerar a concepção de sucessivos estágios evolutivos processados sobre a paisagem de forma morfoclimática, analisar a estratigrafia dos depósitos correlativos estabelecendo assim as possibilidades de interpretação de eventos incomuns no regime de sedimentação, além de observar geomorfologicamente na paisagem feições antigas (superfícies aplainadas, relevos residuais) ou recentes, como formas de vertentes ou terraços entre outros, estabelecendo assim um caráter crono geomorfológico ao estudo; por fim, a fisiologia da paisagem, que se realiza por sobre os conhecimentos obtidos nas fases anteriores, para compreender a atual configuração em relação ao clima, envolvendo os processos pedogenéticos e morfoclimáticos atuais, em pleno andamento, considerando também as ações antrópicas, ou seja, todos os elementos em atividade na presente evolução do relevo.

Quanto à Ross (1992), este divide o estudo em seis níveis taxonômicos, partindo do geral para o específico.

Figura 2. Níveis Taxonômicos de classificação de relevo propostos por J. Ross (1992)



Fonte: BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. (2015)

Adaptado de Ross (1992)

O primeiro táxon, que corresponde à unidade morfoestrutural, O segundo táxon é composto pelas unidades morfoesculturais, terceiro táxon, é composto pelas unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes, o quarto táxon corresponde às formas de relevo individualizadas, o quinto táxon, corresponde às vertentes ou setores das vertentes de cada uma das formas de relevo individualizadas. Finalmente, o sexto táxon corresponde às formas menores, resultado de processos erosivos ou depósitos atuais.

Mapa Hipsométrico: apresentando os diferentes níveis altimétricos, foi elaborado a partir de imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) no *software* ArcGIS 10.3.

Mapa de Declividade: também será utilizada base SRTM e o *software* ArcGIS 10.2.1, a ferramenta 3D Analyst Tools/Slope. A classificação foi feita orientada pela proposta de Herz e De Biasi (1989) e por Ramalho Filho & Beek (1995), para as respectivas porcentagens de declividade.

Mapa Geológico: foi organizado a partir dos dados disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), cuja classificação disponível para a área encontra-se na escala de 1:250.000.

Modelo Numérico do Terreno: foi obtido através do Mapa Hipsométrico, tratado junto ao programa ArcScene, e simulações com o exagero vertical da imagem, possibilitando observar o relevo regional da bacia em três dimensões. A base altimétrica utilizada foi a SRTM.

Mapeamento das unidades de relevo - O mapa de unidades do relevo foi elaborado a partir proposta de Ross (1992), que por sua vez tem como base as técnicas aplicadas no Projeto RADAMBRASIL, focando-se no 4º táxon, averiguando-se as formas de modelado, bem como as distâncias interfluviais na área estudo, mas delimitando os padrões de relevo verificados no processo de mapeamento. Para essa análise houve o cruzamento de informações das informações associadas à hipsometria, declividade e relevo sombreado, a fim de identificar os padrões das formas que prevalecem na área. Perfis topográficos também foram utilizados na análise das distâncias interfluviais. Na delimitação inicial dos modelados e formas, bem como na definição das unidades de relevo, foram consideradas as etapas relacionadas à metodologia de IBGE (2009), aferindo-se os padrões a partir das texturas e a profundidade das incisões a partir dos modelos digitais SRTM, sendo os limites elaborados manualmente em software de geoprocessamento.

Perfil Longitudinal e Índice KSN e SL Index - A base para essa análise envolveu a abordagem proposta por Para Hack (1973) em que a declividade está relacionada à competência do canal em transportar material de determinada granulometria, havendo uma relação funcional entre esses elementos. No caso do índice Ksn (Steepness index), trata-se de uma técnica morfométrica que consiste na aplicação da equação $S = K_{sn} \times A^{-\theta}$, onde o S é o valor de declividade de determinada área, o A à área a montante do trecho que foi analisado e o θ ao índice de concavidade. Já em relação à concavidade, optou-se pela aquisição de um valor da própria bacia, a partir da correlação entre área acumulada e declividade, utilizado-se o valor de -0,34. Os valores correspondentes a área foram obtidos através da ferramenta flow accumulation do software ArcGis 10.4 e previamente preenchidos na planilha do software Excel 2019. Já no caso do índice SL

Index (Slope-Length Index) seguiu-se a proposta de Hack (1973) e o obtendo através da relação entre o SL index de cada trecho e o SL Index do canal em sua totalidade, utilizando-se para esse cálculo do índice duas equações: $SL = (\Delta h / \Delta l) \times L$ e $SL = \Delta h^* / L$. Onde: Δh = equidistância das curvas de nível, Δl = medida do curso em linha reta, Δh^* = amplitude altimétrica, L = comprimento total do canal.

Análise Morfoestrutural - A análise morfoestrutural da bacia foi feita a partir da interpretação dos compartimentos de relevo, e sua relação com as estruturas identificadas nos mapas. Modelos digitais de terreno (MDT's) também foram elaborados para contribuir neste estudo. A análise destes elementos integrados tem permitido uma interpretação da evolução morfoestrutural da área e seu reflexo sobre o relevo e os cursos fluviais.

Mapa de Lineamentos: o mapa de lineamentos foi elaborado seguindo as propostas de diversos autores Riccomini e Crosta (1988), Oliveira et. al. (2009), Correa e Fonseca (2010) entre outros. O sombreamento do relevo e feito com a ferramenta hillshade do ArcGis e o ângulo de sombreamento ser definido no momento de sua elaboração, de forma a evidenciar as estruturas convenientes ao desenvolvimento da pesquisa.

Para Takahashi et al. (1993) há uma distinção entre morfoestrutura e litoestrutura, então na interpretação dessas estruturas em produtos de sensoriamento remoto, como a o mapa de relevo sombreado, os critérios a serem adotados serão as expressões dos elementos topográficos retilíneos como linhas ou segmento de escarpas, alinhamento de cristas, vales, trechos de rios e depressões alongadas, pois estes sempre são controlados estruturalmente. Com bases nessas abordagens, o registro dos lineamentos foi feito manualmente no software ArcGIS, os azimutes calculados no software AzimuthFinder e os gráficos de rosetas do software Stereonet.

Trabalhos de campo – foram realizados trabalhos de campo para a área de estudos com objetivo de reconhecer as formas de relevo bem como as evidências dos processos associadas a essas formas.

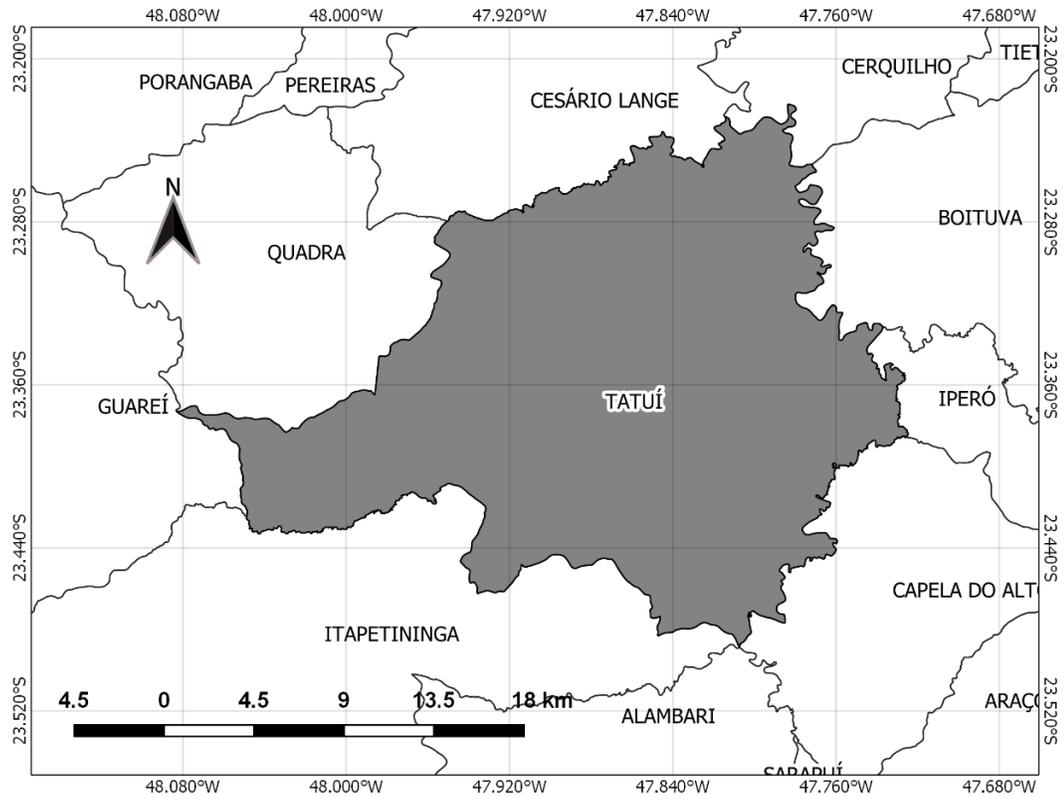
6. Caracterização da Área de Estudo

6.1 Localização

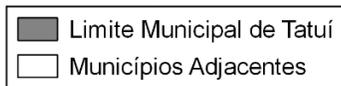
Localizado no sudeste do Estado de São Paulo, o município de Tatuí faz parte da Região Metropolitana de Sorocaba e está inserido na bacia do Rio Sorocaba; possui uma população total estimada de 120.533 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 205,03 habitantes/km². (IBGE, 2018). Possui uma área de 52.416ha, dividida em 19.538ha (37,28%) em área urbana e 32.898ha (62,72%) em área rural, segundo dados do SEADE-Plano diretor de Tatuí. Seus adjetivos pátrios (gentílicos), de acordo com a Lei Orgânica do Município de Tatuí (1990), Artigo 148, foram determinados tanto como “Tatuiense”, como “Tatuiano”, indiferentemente.

O município é conhecido como “Capital da Música” graças ao Conservatório Dramático e Musical Dr. Carlos de Campos, hoje referência nacional na Música e no Teatro, que é mantido pela Secretaria de Estado da Cultura do Governo do Estado de São Paulo (CONSERVATÓRIO DE TATUÍ, 2019). Suas vias de acesso são a Rodovia Sen. Laurindo Dias Minhoto (SP 141), Rodovia Castelo Branco (SP 280), Rodovia Gladis Bernardes Minhoto (SP 129) e a Rodovia Prefeito Antônio R Schincariol (SP 127).

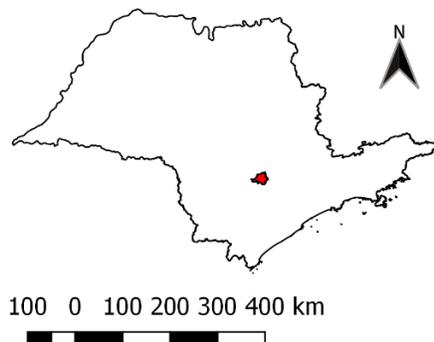
Figura 3. Mapa de Localização do Município de Tatuí



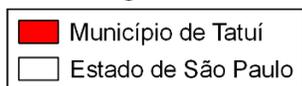
Legenda



I. Localização no Estado de São Paulo



Legenda



Informações Cartográficas
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 DATUM: SIRGAS 2000

Base de Dados:
 Limites Estaduais: IBGE (2018)
 Limites Municipais: IBGE (2018)

Elaboração: Claudio Machado Junior

6.2 Contexto Litológico da Área de Estudo

De acordo com Ross e Moroz (1997) a região de Tatuí está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, e nesta área de estudo estão presentes unidades litológicas de idades predominantemente paleozóicas que possuem características diferenciadas quanto à sua origem. Sua estratigrafia é integralmente sedimentar e seus materiais referem-se aos arenitos, argilitos, siltitos, folhelhos, sillexitos, diamictitos e ritmitos do Grupo Itararé, Formação Tatuí, Formação Irati, Formação Teresina, Formação Serra Alta e Depósitos Aluvionares (Aluviões).

É possível aqui ressaltar que os processos e ambientes de deposição responsáveis pela origem dessas litologias estão ligadas às dinâmicas espaço-temporais intrínsecas à formação da Bacia Sedimentar do Paraná.

6.2.1 A Bacia Sedimentar do Paraná

A Bacia Sedimentar do Paraná é uma grande região sedimentar do continente sul-americano que abrange porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, e portanto, possui uma área que se aproxima dos 1,5 milhão de quilômetros quadrados. (MILANI et al., 2007)

Sua borda leste foi intensamente lapidada pela erosão em função do soergimento crustal coligado à abertura do Atlântico Sul durante o Mesozóico (MILANI et al., 2007) e seu registro estratigráfico geral apresenta um conjunto sedimentar-magmático com uma espessura total máxima por volta de sete mil metros, convergindo geograficamente o depocentro estrutural da sinéclise com a região da calha do rio que lhe denomina. (MILANI et al., 2007)

Na síntese das produções bibliográficas que abordam a Bacia Sedimentar do Paraná, diversos autores como Zálán (et al., 1990) e Milani (et al. 1994) tratam das formas de origens da estrutura, mas sempre tecendo uma ideia de formação através de sobreposições. (Zálán et al., 1990) atenta para uma origem de sobreposição de no mínimo três bacias sedimentares diferentes, Milani (et al., 1994) e Milani (1997) dividiram o preenchimento da bacia em seis unidades de segunda ordem ou Supersequências.

Na concepção de Zalán (et al., 1990), o pacote de rochas sedimentares e vulcânicas que organizam a Bacia do Paraná representa a sobreposição de, no mínimo, três bacias sedimentares distintas, levando em consideração a geometria e seus limites. A primeira bacia refere-se às sequências siluriana e devoniana que foram depositadas em um golfo aberto para o Paleo-oceano Pacífico. A segunda bacia representa a sequência permocarbonífera, que apresentou típico caráter de sinéclise intracontinental, com sequências deposicionais em mar interior. A terceira diz respeito e está intimamente ligada à fase de erupções vulcânicas.

O preenchimento da bacia foi dividido por Milani (et al, 1994) e Milani (1997) em seis unidades de segunda ordem ou Supersequências com base nos conceitos de Estratigrafia de Sequências de Vail (et al., 1977) na forma de conjuntos rochosos relacionando cada um deles em intervalos temporais com algumas dezenas de milhões de anos de duração e demarcados por superfícies de descontinuidades inter-regionais: Rio Ivaí (Ordoviciano- Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

As primeiras três supersequências são transpostas por sucessões sedimentares que caracterizam ciclos transgressivo-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar no Paleozóico, à razão que as demais correspondem a pacotes de sedimentos continentais com rochas ígneas associadas. (MILANI et al. 2007)

6.2.2 Grupo Itararé

Sendo uma das litologias que ocorrem no município de Tatuí, a unidade litoestratigráfica do Grupo Itararé (termo denominado por Petri (1964), Rocha-Campos (1967) e mantido até hoje) de acordo com Mattos (2012), está localizada na base da sequência Permo-Carbonífera da borda leste da Bacia do Paraná constituindo um expressivo registro de sedimentação resultante de sucessivos avanços e recuos das geleiras durante o período de glaciação (SAAD, 1977) que atuou no paleocontinente Gondwana. Para Arab (et al., 2009), o Grupo Itararé é um registro do período glacial de idade permocarbonífera na Bacia Sedimentar do Paraná, compreendendo ambientes

terrestres e marinhos moderadamente profundos, abrangendo processos constituintes de diversas fácies sedimentares.

De acordo com Saad (1977), é muito provável que a sedimentação do Grupo Itararé tenha sido também influenciada por processos tectônicos regionais integrantes do desenvolvimento da bacia intracratônica sedimentar do Paraná, interagindo com os supracitados fatores glaciais. O mesmo autor salienta e classifica durante os seus estudos sobre a história tectono-sedimentar do Grupo Itararé, quatro fases distintas de sua formação: a primeira caracteriza-se por um período de intensa atividade tectônica, particularmente na região centro-sul, que, reconhecida por Petri & Fulfaro (1967; 1971) através de evidências de atividades tectônicas, gerou o alinhamento estrutural do Paranapanema que dividiu a Bacia do Paraná em duas sub-bacias. Logo após, a sub-bacia norte pareceu ter alcançado um período de calma das atividades tectônicas, onde começaram a predominar os fenômenos isostáticos relacionados ao avanço e recuo das geleiras; o mesmo autor caracterizou a segunda fase pelo “recrudescimento” de condições tectônicas, ou seja, o surgimento das atividades tectônicas com maior intensidade. Para eles, evidências mostravam na época o início de um levantamento gradual e contínuo da borda nordeste da Bacia até o final da deposição do Grupo Itararé; na terceira e penúltima fase, Saad (1977) verifica a deposição da parte superior da sequência Itararé, com predominância de sedimentação continental na região nordeste gradando em direção ao sul, com maior influência marinha; já na última fase, em que o autor denomina estatigraficamente pela Formação Tatuí (o conjunto mais superior, estatigraficamente), diz respeito a um período calmo tectonicamente, concordância levantada pela sedimentação excepcionalmente fina e homogênea desta sequência. De acordo com Soares (1972) apud. Saad (1977), o começo do ciclo pós-glacial pode ter sido erosional com um retrabalhamento do material depositado anteriormente.

Através uma síntese bibliográfica sobre o arcabouço litoestatigráfico desta unidade, diversos autores (Rocha-Campos, 1967; Santos, 1979; Santos, 1987; Santos et al., 1996; Saad, 1977; Gama Jr et al., 1980; Gama Jr et al., 1992; Stevaux et al., 1986; Perinotto, 1987; Caetano-Chang, 1984; Souza, 1986; Canuto et al., 2001; Mattos, 2012) conceituam-na como uma das unidades litoestatigráficas que possuem mais associações de fácies heterogêneas (diversificadas), constituída por complexos tratos de sistemas

deposicionais integrando depósitos glaciais terrestres, depósitos equivalentes a ambientes marinhos proximais, sistemas costeiros particularmente deltaicos, leques aluviais, planícies de *outwash* (formada quando uma geleira deposita sedimentos no seu término), sistemas de plataformas e leques subaquosos e de sedimentação marinha distal.

De acordo com Mattos (2012, p. 7)

“Esta grande variação faciológica é decorrente do forte controle tectonossedimentar imposto pela glaciação na Bacia do Paraná que, associada ao ciclo transgressivo/regressivo durante o Paleozóico, controlou a variação do nível do mar interior da Bacia do Paraná.”;

e quanto à sua espessura, o Grupo Itararé é considerado a unidade mais espessa da Bacia do Paraná, com cerca de 1500 metros próximo ao depocentro, sobrepondo um hiato deposicional que sucede os estratos devonianos da Supersequência Paraná e rochas do embasamento Pré-Cambriano/Eopaleozóico.

No que se refere à sua litologia, como já mencionado anteriormente, o Grupo Itararé é caracterizado por uma grande complexidade e variedade faciológica, “[...] composta por arenitos, conglomerados, diamictitos, folhelhos e ritmitos com clastos caídos de *icebergs*.” (MATTOS, 2012, p. 18).

PETRI (et al., 1992) menciona que Soares (et al., 1977) em seus estudos, reconheceram na região do médio Tietê, nesta unidade litoestatigráfica, três pacotes litológicos que estariam se superpondo estatigraficamente. O inferior é composto por folhelhos rítmicos, ritmitos, diamictitos, arenitos, arenitos conglomerates e conglomerados, o médio com diamictito, ritmito e siltito, e o último, superior em sua maior parte constituído de arenito e diamictito.

Seu ambiente de sedimentação envolveu paleoambientes deposicionais fluvio-deltáicos a marinhos plataformais e esteve sujeito a influências da glaciação permocarbonífera e da tectônica ativa, refletida em subsidências e soerguimentos em áreas próximas ou dentro da bacia. Durante a deposição do Grupo Itararé, o paleocontinente Gondwana afastava-se do polo Sul, refletindo no clima, que passava de glacial a temperado (MATTOS, 2012). Caetano-Chang (1984) em seus estudos determina a existência de glaciação e a complexidade do registro destes sedimentos durante a formação do Itararé como fatos inquestionáveis, e apresenta diversos

afloramentos, feições testemunhos, evidências de atividade glacial (deste evento) localizados no estado de São Paulo, como a Rocha Moutoneé localizada no município de Salto e o Ritmito de Itu.

6.2.3 Formação Tatuí

Sendo mais uma das unidades geológicas que embasam o município de Tatuí, a Formação Tatuí é crono correlata às formações Rio Bonito e Palermo, na Região Sul do Brasil (CHAHUD, 2011).

Assine (et al., 2003) classificaram a parte superior da Formação Tatuí no centro-leste de São Paulo como um trato de sistemas de mar alto, caracterizado pela progradação de sistemas aluviais costeiros, sobre uma plataforma marinha dominada por ondas com evidências de marés. Os mesmos autores sugeriram que a fonte dos sedimentos estaria ao norte com as paleocorrentes dirigidas para o sul, e partilhando mesmas ideias, Barbosa-Gimenez e Caetao-Chang (2010), afirmam que a Formação Tatuí constitui o registro da sedimentação nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, como parte da sequência sedimentar do Grupo Tubarão, classificado como de idade Permiana.

A Formação Tatuí ocorre exclusivamente no Estado de São Paulo e é constituída por sucessões de siltitos e arenitos finos bem selecionados. Intercalando entre estas camadas, ocorrem níveis conglomeráticos de origem flúvio-deltaica. (STEVAUX et al., 1986; ASSINE et al., 2003)

Os arenitos da Formação Tatuí foram depositados, grande parte, em ambiente costeiro, barras litorâneas e plataformais de sistemas flúvio-deltaicos, e em cunhas clásticas do tipo *fan-deltas*. (STEVAUX et al. 1986)

A Formação Tatuí é constituída predominantemente por pelitos, formando espessas camadas de siltitos argilosos e intercalando, subordinadamente, camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex. Embora de ocorrência subordinada, os arenitos podem ser encontrados em toda extensão da Formação Tatuí, distribuindo-se desde a borda atual até porções mais centrais da bacia em São Paulo, e são portadores de valiosas informações para o entendimento da história diagenética da unidade. (BARBOSA-GIMENEZ, N. L.; CAETANO-CHANG, M. R., 2010, p. 68-69)

Barbosa-Gimenez (1996) e Barbosa-Gimenez & Caetano-Chang (1998) ainda afirmam que os arenitos da Formação Tatuí são compostos basicamente por quartzo e feldspatos e, subordinadamente, por fragmentos de rocha e minerais acessórios.

6.2.4 Formação Irati

A Formação Irati, definida por White (1908) é uma unidade litoestatigráfica de idade permiana e de grande importância da Supersequência Gondwana I (Milani, 1997). Sua litologia compreende essencialmente folhelhos negros e rochas carbonáticas associadas. (Milani et al., 2007). Foi depositada durante três ciclos de 4ª ordem de alternância do nível do mar, em estado de mar restrito (Araújo et al., 2001. apud. Costa, 2015).

Gomes (1959) menciona que, assim como em outras unidades litoestatigráficas da Bacia Sedimentar do Paraná, a formação Irati encontra-se intrudida por soleiras de composição básica e de idade pós-triássica – cujas espessuras, segundo Petri & Fúlfaro (1983), variam de alguns metros até cerca de 200 m. (apud. COSTA, 2015). Conforme Araújo (et al., 2000), as soleiras se caracterizam pelo seu efeito termal que causa influência na maturação da matéria orgânica, e, de modo consequente, na migração de fluidos – o que, segundo Souza (et al., 2008), classifica a Formação Irati como rocha constituinte do sistema petrolífero Rio Bonito/Pirambóia, colocando-a como objeto de diversos estudos na geologia do petróleo.

A Formação Irati apresenta ocorrência generalizada na Bacia do Paraná e depositou-se sobre uma área de aproximadamente 1.000.000Km², abrangendo, no Brasil, os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (HACHIRO, 1996)

Para Mendes (et al., 1966) a Formação Irati é uma unidade basal subdividida do Grupo Passa Dois, de idade Permiana, que ocorre em grandes proporções na bacia do Paraná. Segundo os autores, o Irati corresponde a uma fase redutora dentro de um ciclo de sedimentação extenso, parcialmente iniciado após o Palermo e prolongado até o fim da Formação Serra Alta, e especificamente no Estado de São Paulo, este ciclo teria se iniciado com a formação Taquaral, estendendo-se até as fácies Paranapanema.

Alguns autores como Maack (1947), Lange (1951) e Mendes (et al., 1966) apontam para uma íntima relação entre Formação Irati e a Formação Serra Alta por suas litologias similares. De acordo com Mendes (et al., 1966), há a ocorrência intercalações de lentes de folhelho não betuminoso, do tipo idêntico à formação Serra Alta na Formação Irati, e concluem que isto se deu pelas condições de sedimentação que já coexistiam com a deposição dos xistos betuminosos do Irati.

Abordando a gênese da Formação Irati, Amaral (1967) destaca que a unidade se originou da deposição de sedimentos finos, ora calcários ora argilosos, em um grande lago localizado em região plana e tectonicamente estável. A estagnação das águas deste lago estabeleceu um ambiente redutor, conservando relativamente a matéria orgânica.

“O teor de níquel das cinzas do betume, mais o teor de boro nos folhelhos, além da presença de espículas de esponja e ainda outros argumentos adicionais nos levaram à conclusão de que este lago se comunicava com o mar [...]” (AMARAL, 1967, p. 6).

Sobre as condições climáticas no ambiente de sedimentação da formação, durante a fase inicial de deposição, o clima aparenta ter sido quente e com pouca precipitação no Estado de São Paulo, passando adiante a um tempo frio e chuvoso, com alternâncias entre épocas quentes e secas. (AMARAL, 1967)

No que tange às suas estruturas,

As principais estruturas tectônicas do Irati consistem em falhamentos, enquanto que as atectônicas consistem em pequenas e localizadas dobras produzidas por escorregamentos subaquáticos, que foram também responsáveis pela formação de brechas calcárias existentes ora em um, ora em três a quatro níveis pouco espessos de brecha calcária intraformacional [...] (AMARAL, 1967, p. 5).

No que se refere à sua estratigrafia (ramo da geologia que estuda a formação, a idade e a correlação das rochas e dos depósitos), a Formação Irati se encontra estabelecida acima do Grupo Tubarão (de idade permocarbonífera) e embaixo da Formação Estrada Nova, que data do permiano. (MENDES et al. 1966).

A espessura média da formação Irati no Estado de São Paulo, nos afloramentos, varia de 20 a 30 metros, aumentando para 40 a 50 metros nas sondagens situadas mais ao centro da bacia sedimentar (AMARAL, 1967). A Formação Irati apresenta uma característica muito notável de uniformidade litológica em grande área. “Tanto a litologia

observada nos afloramentos como a do meio da bacia [...] mostram-se de uma uniformidade impressionante.” (AMARAL, 1967, p. 8)

Segundo o autor, a litologia da formação Irati é formada essencialmente por folhelhos pretos, por vezes pirobetuminosos e dolomitos, ora mais, ora menos calcícticos.

O metamorfismo térmico das rochas calcárias (decorrente da intrusão de corpos de diabásio) é evidenciado pela re-cristalização e conseqüente aumento da granulação e foram pequenas as transformações sofridas pelos folhelhos constituintes da litologia do Irati, que unicamente perderam o caráter folheado e sua coloração preta. (AMARAL, 1967)

Constitui-se também vinculada à Formação Irati, sua importância econômica. O aproveitamento de suas rochas calcárias tomou grandes proporções no Estado de São Paulo com a exploração para corretivo de solo e antigamente para a fabricação do cal, e, em menores escalas, dependendo do tipo de calcário, é utilizado como pedra de revestimento. (AMARAL, 1967)

6.2.5 Formação Teresina

Na síntese de produções acadêmicas de diversos autores como Gordon Jr. (1947), Schneider (et al., 1974), Zaine (1980), Petri & Coimbra (1982), Sousa (1985), Sousa (et al., 1991), Andreis & Carvalho (2001), Mendez Duque (2012), entre outros que abordam a Formação Teresina, é utilizada a nomenclatura litoestatigráfica proposta por Gordon Jr. (1947) e posteriormente modificada por Schneider (et al., 1974) que subdivide o Grupo Passa Dois em: Formação Irati, Formação Serra Alta, Formação Teresina e Rio do Rasto, nas porções central e sul da Bacia Sedimentar do Paraná.

De acordo com Mendez Duque (2012), a Formação Teresina representa parte da porção superior do Grupo Passa dois e foi definida como uma “sucessão sedimentar composta predominantemente por siltitos, com algumas camadas de arenitos, calcários e silexitos” (MENDEZ DUQUE, 2012, p. 8).

No que se refere a seu sistema deposicional de sedimentação, as abordagens acadêmicas sobre a Formação Teresina ainda são incongruentes pois as discussões acerca disto apontam, ora para um ambiente deposicional marinho, ora para um ambiente deposicional lacustre. De acordo com Mendez Duque (2012), alguns autores como

Figueiredo Filho, (1972) Lavina (1991), Rohn (1994), Elias (et al., 2000), dentre outros, interpretam em seus estudos que a Formação Teresina se depositou em ambiente marinho raso, com planícies de maré. Já Holz (et al., 2010) mostram indícios de que a supracitada formação é resultado de um sistema deposicional de sedimentação de costa-afora a planície costeira, influenciado por tormentas.

Meglhioratti (2006) aponta que, na borda leste da Bacia do Paraná, as espessuras da Formação Teresina oscilam em torno de 300-400m, mas, segundo Holz (et al., 2010), a espessura da Formação Teresina apresenta aproximadamente 180-330 metros na parte central da borda leste da Bacia do Paraná.

6.2.6 Formação Serra Alta

A Formação Serra Alta, quase não evidente no supracitado recorte de pesquisa, mas apenas em uma porção pequena do limite municipal, é de idade Permiana e está também inserida na Bacia Sedimentar do Paraná.

De acordo com Warren et al. (2015), devido à sua pequena espessura, muitas vezes em publicações científicas foi incluída como integrante de outras unidades litoestratigráficas, ou somente desconsiderada como unidade formal de mapeamento. Na síntese dos estudos sobre a supracitada formação, White (1908) determinou que uma porção dos sedimentos que compõem a atual Formação Serra Alta faziam parte da “schisto Iraty”.

Sobretudo, Gordon Jr. (1947) propôs a denominação Serra Alta para designar como constituinte da Formação Estrada Nova um pacote de folhelhos cinza-escuros, localizados entre as atuais Formação Irati e Teresina. Destarte, anos depois, Sanford & Lange (1960) e Schneider et al. (1974) designaram à esta unidade o termo de Formação, e desde então esse tem sido o termo mais comumente utilizado nas publicações.

A Formação Serra Alta compreende uma sequência de folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, quando estão intemperizados, apresentam cores cinza-claro a cinza-esverdeado e amareladas. Apresenta contatos transicionais com a Formação Teresina (sobrejacente) e com a Formação Irati (subjacente) (CASTRO et al., 1993) (WARREN et al., 2015) (MEGLHIORATTI, 2006), apresentando uma mudança gradual de ambiente profundo com pouca ocorrência de oxigênio para um ambiente de águas mais rasas e

agitadas (MENDES, 1984). A passagem transicional da Formação Serra Alta com a Formação Teresina é marcada pela passagem gradativa dos folhelhos da Formação Serra Alta para rochas heterolíticas, características da formação Teresina. (MEGLHIORATTI, 2006).

A respeito de seu ambiente de sedimentação, Gama Jr (1979) propôs um modelo onde o Grupo Passa Dois (grupo onde está inserida a Formação Serra Alta, constituinte do topo da sequência paleozoica da Bacia Sedimentar do Paraná) é o produto do assoreamento de um mar epicontinental (mar raso que cobre uma grande região de plataforma continental com litosfera sílica) por três sistemas deposicionais penecontemporâneos, os quais são denominados por plataforma epinerítica Serra Alta, sistema deltaico Serra do Espigão e planície de maré Corumbataí.

Para o autor, o sistema de plataforma epinerítica Serra Alta é responsável pela fácies de lamitos pretos, e sua extensão indica um mar em forma de golfo, aberto para sudeste e com limites interiores no norte de São Paulo e sul de Goiás e Mato Grosso; o sistema deltaico Serra do Espigão se desenvolveu progradante sobre o golfo Serra Alta a partir do Sul de Mato Grosso, e é constituído por um conglomerado de deltas destrutivos por marés, no qual sua drenagem alimentadora dos deltas era composta por rios de grande descarga, pouco declive e com carga sedimentar transportada, em sua maioria, em suspensão; já sobre a planície de maré Corumbataí, o autor disserta que as fácies de lamitos arroxeados encontrados no Grupo Passa Dois são interpretadas como depositadas em uma planície de maré – sendo esta denominada por Corumbataí. Segundo o autor, as planícies de maré se exprimem em regiões costeiras, planas, baixas e extensas onde são desprezíveis as ações de ondas, permitindo a manifestação das correntes de maré, e estas condições podem ser encontradas em estuários, lagunas, baías ou em áreas protegidas por ilhas de barreira ou deltas. Em suas zonas de transição, os sedimentos de ambos os sistemas evidenciam variações de influências dos processos sedimentares. (GAMA JR, 1979)

Especificamente sobre a Formação Serra Alta, Meglhioratti (2006) pontua que o ambiente deposicional desta supracitada unidade litoestatigráfica se consistiu em águas com deposição predominantemente abaixo do nível de base das ondas de tempestades,

em condições anóxicas, afastadas da costa. Sua homogeneidade litológica não possibilita

“[...] o reconhecimento claro de sucessões verticais e granocrescentes ou granodescendentes. Em geral, as variações são muito sutis. Somente mais próximo ao topo da formação começam a aparecer rochas heterolíticas com acamamento *wavy* e *linsen*, assinalado o gradual raseamento do ambiente deposicional.” (MEGLHIORATTI, p. 97, 2006)

Intercalações carbonáticas pequenas entre sedimento pelíticos (abaixo do nível de base das ondas de tempestade) da Formação Serra Alta depositados em condições de águas calmas representam lapsos de tempo em que as águas da bacia ficaram sem siliciclastos em transporte de suspensão, e tais condições podem estar ligadas à rápidas subidas do nível de base (fases transgressivas), quando a costa era afogada e as áreas continentais ficavam mais longínquas, diminuindo o transporte de sedimentos terrígenos à bacia. (MEGLHIORATTI, 2006).

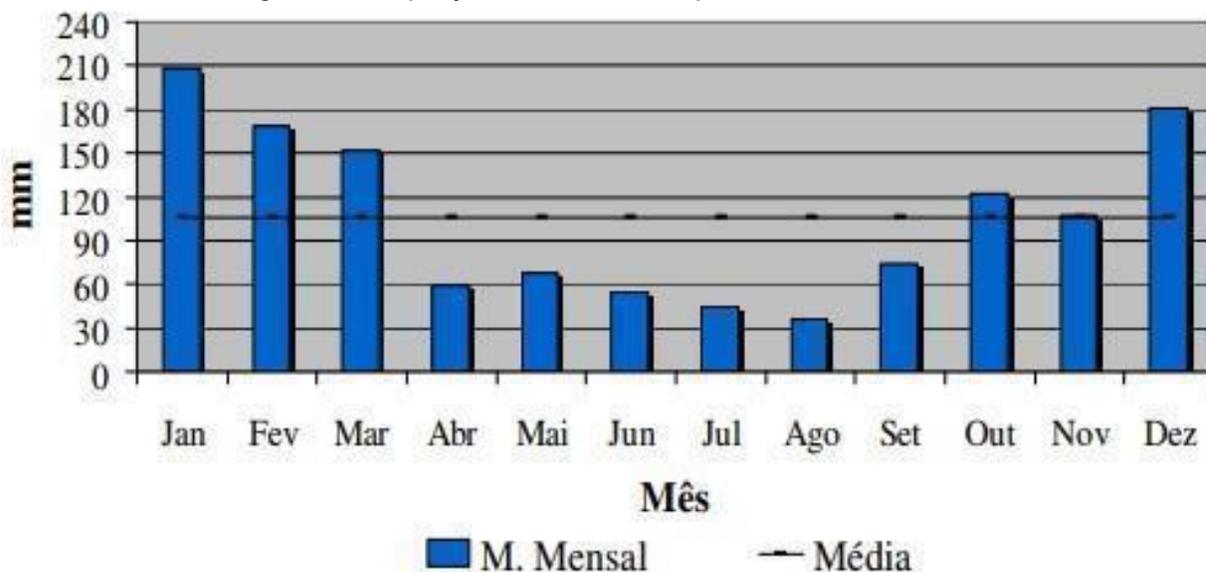
6.3 Aspectos Climáticos

Segundo o Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (2003) da Embrapa, o clima do município de Tatuí de acordo com a classificação internacional de Köppen é do tipo Cwa, definido como clima subtropical úmido de inverno seco com verões chuvosos e úmidos. Os resultados da pesquisa foram obtidos através de uma tabela com informações coletadas ao longo de um período de 30 anos (1961 a 1990) no posto agrometeorológico da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Tatuí.

Sua variável pluviométrica, atrelada aos processos que a influenciam, apresenta variações na sua distribuição e intensidade de um ano para outro. Mochizuki et al. (2006) caracterizaram a partir da distribuição mensal pluviométrica, um regime climático definido por Monteiro (1973) que predomina sob essa região do Estado, onde são ocorrentes os

períodos secos bem nítidos durante o outono e inverno, e períodos bem úmidos durante a primavera e verão.

Figura 4. Precipitação média do município de Tatuí – 1955 a 2003



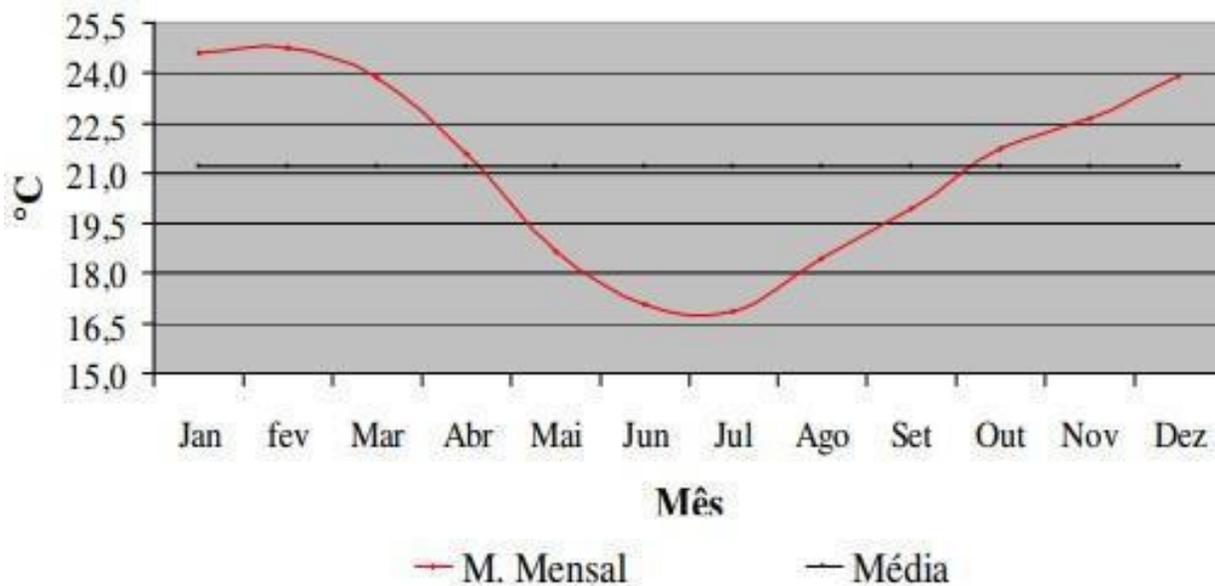
Fonte: MOCHIZUKI et al, 2006

O período úmido do município se prolonga de outubro a março, concentrando cerca de 73,7% da precipitação anual com um trimestre predominantemente chuvoso em dezembro a fevereiro.

Segundo Mochizuki et al. (2006), no que diz respeito ao município, podemos considerar que,

“[...] com relação à temperatura, seu comportamento mensal é coerente com o regime térmico predominante nesta região do Estado, com temperaturas mais elevadas nos meses de verão e mais baixas durante o inverno [...]”

Figura 5. Temperatura média mensal do Município de Tatuí (SP) - 1955 a 2003



FONTE: MOCHIZUKI et al, 2006

Sendo assim, o período quente se prolonga de setembro a março, e o frio, de abril a agosto; o trimestre de temperaturas mais altas se compreende durante janeiro a março e o de mais baixas se estende de maio até julho.

6.4 Geomorfologia Regional

De acordo com Ross e Moroz (1997), a região do município de Tatuí está inserida na província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, estruturada, segundo Almeida (1967) e Cordani (2004) através da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, iniciada a partir de uma ruptura de aproximadamente 200 m de declive que desagrega a unidade do Planalto Atlântico, emergido por meio da tecto-orogênese Pré-Cambriana que afetou a Plataforma Brasileira até possivelmente o Eopaleozóico.

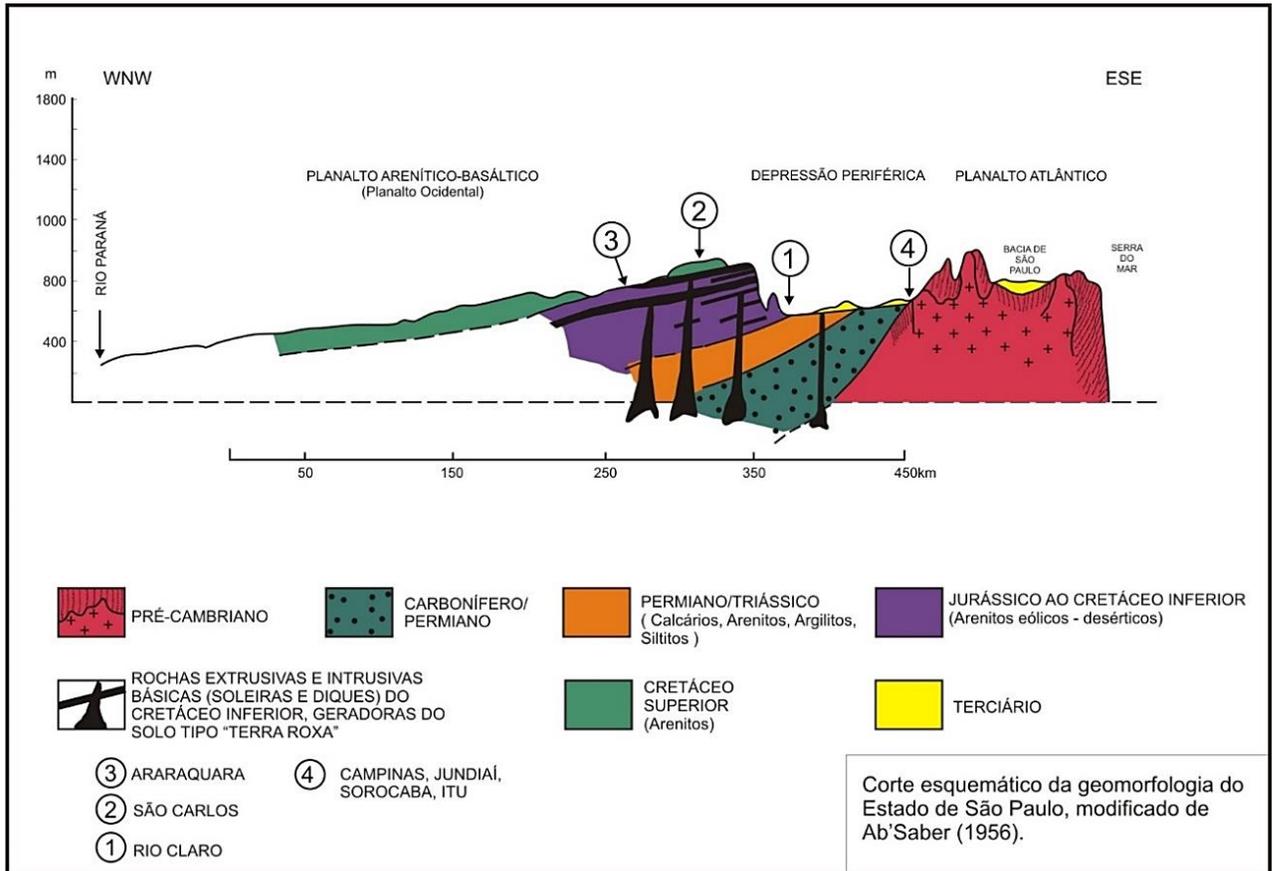
Ab'Saber (1949) caracteriza a depressão como um processo de formação de patamares de erosão, deprimidos e periféricos, na borda de bacias sedimentares, onde o nível de base da unidade é originado pela circundesnudação, e as deposições perdem

sua predominância para os processos denudacionais que se dispõem à hidrografia regional.

A DPP (Depressão Periférica Paulista) apresenta uma faixa de extensão de orientação SW-NE de mais de 100 km, deparando-se com seu limite a NW, as frentes de cuesta embasadas pelos derrames vulcânicos mesozoicos (VILLELA, 2011). Vieira (1982) define a DPP como “uma faixa deprimida entre as escarpas de diabásio e arenito basálticas, que delimitam sua borda ocidental e o Planalto Cristalino Atlântico, que delimita sua borda oriental.” (VIEIRA, 1982, p. 62)

Seguindo a classificação de Ross & Moroz (1997), o município de Tatuí está inserido na Depressão do Médio Tietê (unidade morfológica subdividida da DPP), em que o Rio Tietê com sua densa rede de drenagem, impôs-se às estruturas e últimas ações tectônicas cenozoicas provocando capturas pelos seus afluentes gerando um padrão de drenagem dendrítico a paralelo que fez com que ajudasse a entalhar o modelado colinoso e de topos extensos da DPP (PENTEADO, 1976; ROSS & MOROZ, 1997; VILLELA, 2011). Sendo assim, a figura disposta a seguir demonstra as unidades geomorfológicas do Estado de São Paulo, com destaque para a Depressão Periférica Paulista, a qual se aloca o município de Tatuí.

Figura 6. Corte esquemático da geomorfologia do Estado de São Paulo



Fonte: <https://gen2011urc.files.wordpress.com/2011/05/compartimentosdorelevopaulista.jpg>. Modificado de Ab'Saber (1956)

Ab'Saber (1969) menciona que a macro-compartimentação geomorfológica que hoje se dá no Brasil foi modelada a partir do período Cretáceo (145 Ma) e perdurou por todo o período Cenozóico (66 Ma até os dias atuais), pois é fato de que o processo de soerguimento da plataforma e epirogênese pós-cretácea fez desenvolver os processos circundenudacionais. Interligando-se à dissertação de Ab'Saber (1969), Ross & Moroz (1997) mencionam que enquanto se fez o soerguimento do continente sul-americano, as ações erosivas foram abaixando e esculpindo as superfícies que estavam sendo mais expostas, gerando assim, através da atuação da neotectônica ao longo dos milhares de anos, da resistência dos diferentes tipos de litologia, das mudanças climáticas ao longo dos períodos Terciário e Quaternário (agressivas ou não), das instalações de novas redes de drenagem (intensas ou não), uma grande diversidade das formas de relevo que hoje subsistem em todo o território.

6.5 Rede de Drenagem

Pertencente ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Sorocaba e Médio Tietê – CBH 10, o município de Tatuí é envolvido por dois rios de maior importância para o abastecimento de sua área urbana, sendo eles os rios Tatuí e Sarapuí, afluentes do Rio Sorocaba. O rio Tatuí oferece os subsídios para a captação da água e o abastecimento hídrico da população é feito através da concessão para a SABESP na zona urbana e em alguns bairros descentralizados e rurais com maior densidade demográfica; é comum também a fundação de poços artesianos em propriedades rurais para o próprio abastecimento dos moradores.

6.6 Tipos de solos da área

Segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Embrapa/IAC), os solos ocorrentes no município se referem quase que integralmente aos Latossolos e Argissolos com textura argilosa/muito argilosa.

Tabela 1. Descrição detalhada dos solos ocorrentes no município de Tatuí – SP de acordo com o Plano Diretor de Controle de Erosão Rural (2011)

Descrição Detalhada
Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos de textura arenosa/média e média/argilosa, ocorrentes em relevo ondulado e forte ondulado.
Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos de textura argilosa, ocorrentes em relevo suavemente ondulado.
Latossolos Amarelos distróficos de textura média, ocorrentes em relevo suavemente ondulado.
Latossolos Vermelhos distoférricos de textura argilosa, ocorrentes em relevo suavemente ondulado.
Latossolos Vermelhos distróficos de textura argilosa, ocorrentes em relevo suavemente ondulado.
Neossolos Litólicos distróficos de textura argilosa, ocorrente em relevo ondulado/forte ondulado.
Neossolos Quartzarênicos órticos distróficos, ocorrentes em relevo plano.

Segundo o Plano Diretor de Controle de Erosão Rural (2011), o grupo dos Argissolos dominam 19,39% da área agrícola de Tatuí e se situam numa faixa restrita que se prolonga da Rodovia Castelo Branco até a confluência do Rio Sorocaba com o

Rio Sarapuí, próxima às suas margens com orientação em sentido ao município de Itapetininga. Os Latossolos ocupam a maior parte da área agrícola (80,56%), e, de certo modo, “[...] a grande maioria dos solos que ocorrem no município pertencem a grupos com alto grau de resistência à erosão, como é o caso dos Latossolos [...]” (PLANO DIRETOR DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL, 2011, p. 35), mas os Argissolos apresentam grau moderado de erodibilidade (resistência à erosão), e em algumas áreas restritas os remanescentes apresentam um baixo/muito baixo grau de resistência a erosão. Estes solos podem ser classificados como profundos/muito profundos, com alto grau de permeabilidade, de textura argilosa/muito argilosa (PLANO DIRETOR DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL, 2011, p. 36) que são muito utilizados para o feitiço das cavas de extração de argila, marcando fortemente sua presença no município de Tatuí através dos interesses das cerâmicas locais que se instalaram ao longo do tempo, erguendo o município à referência popular na produção de tijolos e telhas de barro.

Além disto, a maior parte dos solos demonstra problemas relacionados a seu grau de fertilidade em razão do grande desgaste natural ou pela utilização demasiada, em contrapartida ao grande percentual de terras disponíveis para plantio em relevo propício.

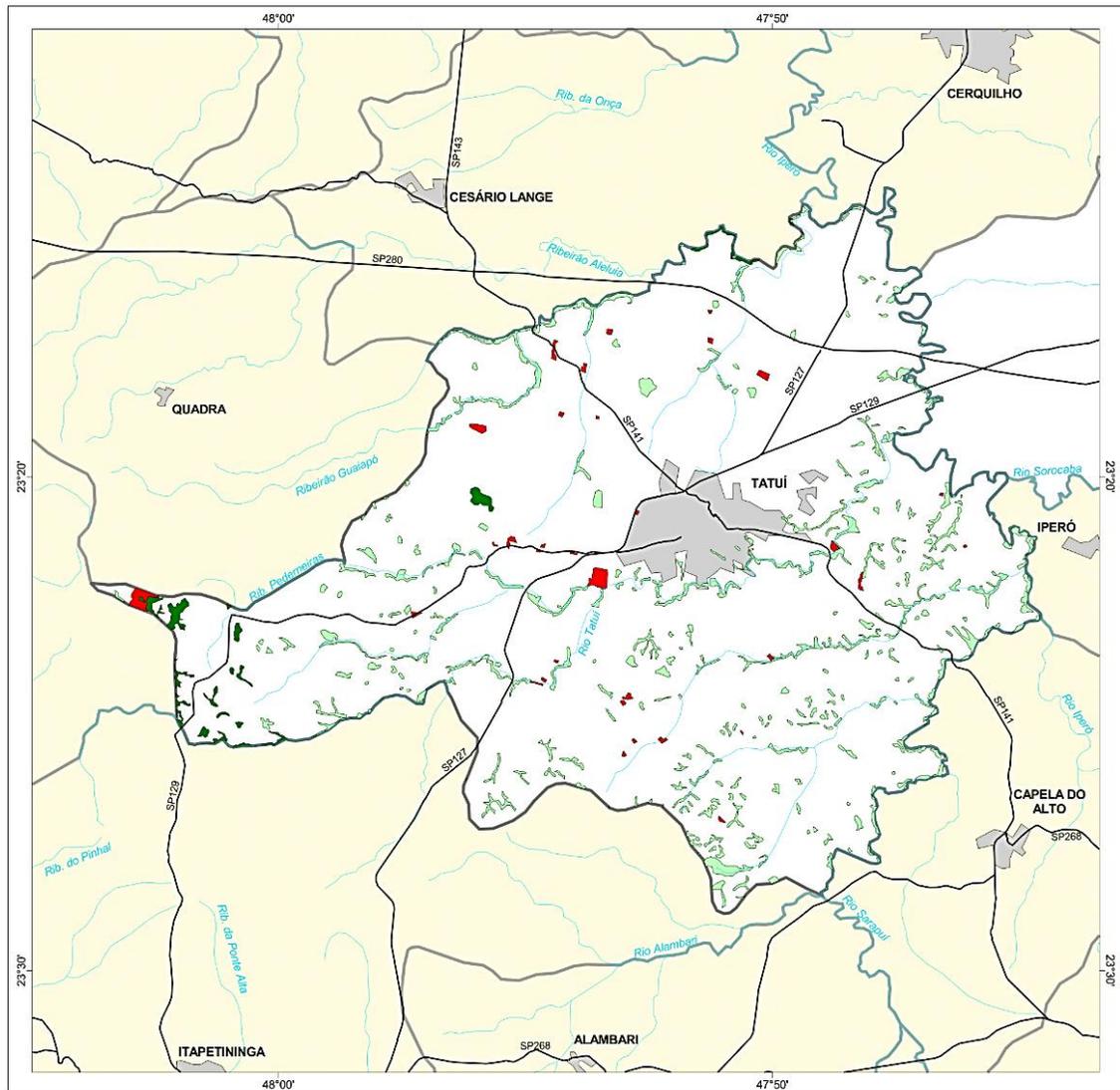
Com relação à formação de feições erosivas, o uso indevido do solo ao longo do tempo propicia a formação de ravinas, voçorocas e sulcos presentes no recorte espacial de análise além do aumento das taxas de erodibilidade dos solos.

6.7 Cobertura florestal

De acordo com Coelho et al. (2003) o município de Tatuí está inserido em uma zona de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado, classificada por meio de poucos e pequenos refúgios na região, e, “[...] atualmente é utilizada com experimentações agrônômicas e não apresenta vegetação nativa remanescente [...]” (COELHO et al., 2003, p. 12).

A figura abaixo evidencia os tipos de cobertura vegetal presentes no município de Tatuí de acordo com o Inventário Florestal dos Municípios do Estado de São Paulo, organizado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Figura 7. Mapa de Cobertura de Vegetação do Município de Tatuí – SP



cobertura vegetal

- mata
- capoeira
- reflorestamento

- curso d'água
- represa
- limite municipal
- vias de circulação
- área urbana
- Unidade de Conservação

Cobertura Vegetal	área (ha)	% *
mata	278,63	0,53
capoeira	2.309,47	4,43
TOTAL	2.588,10	4,97
reflorestamento	183,24	0,35

* (em relação a área do município)
área do município: 52.100 ha

Localização no Estado de São Paulo
Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO
CUIDANDO DE GENTE



1:190.000



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, s/d.

Em relação à área total (52.100 ha), os perímetros de mata ocupam 0,53% e os setores de capoeira totalizam 4,43%, dados que apontam para um enorme déficit de cobertura vegetal no município, que provavelmente pode implicar em alguns problemas ambientais que serão discutidos brevemente neste trabalho.

6.8 Aspectos do Meio Histórico/Socioeconômico

De acordo com Squeff e Ferreira (2003), a palavra Tatuí tem origem no Tupi-Guarany e significa “Água do Rio do Tatu”, e, como menciona Camargo (2006), o município já apresentou várias grafias diferentes em seu nome, como Tatuuvú, Tatuú, Tatuhibi, Tatuy, Tatuhy e hoje se estabelece como Tatuí.

Sobre o surgimento de Tatuí, Camargo (1997) cita que os primeiros povoados a se estabelecerem no local onde se encontra o município, nas confluências do Rio Sorocaba foram indígenas tupiniquins, pois há vários registros encontrados de urnas funerárias pré-colombianas desta tribo em sítios arqueológicos próximos ao local. Segundo Camargo & Camargo (2006), os povos indígenas que se encontravam nestas terras tinham um meio de subsistência enriquecido através do cultivo de tubérculos, milho e algodão, dando indícios da fertilidade das terras regionais.

Segundo os autores, os bandeirantes também fizeram parte da formação de Tatuí, pois as terras onde viriam a se tornar futuramente um município abrigavam um de seus acampamentos em suas rotas. Com sua chegada, expulsaram o povo indígena ali presente e disseminaram sua cultura europeia que influenciou no desenvolvimento do município e até nos dias atuais.

A maior parte da população que deu início à formação do município foram moradores dos arredores da Fábrica de Ferro Ipanema em Iperó, que estavam desempregados e se mantinham através do cultivo de subsistência nessas terras, e quando “[...] uma Ordem Régia proibiu toda espécie de agricultura nessas terras, bem como todo o gênero de negócio e de corte de madeira, por serem destinadas, exclusivamente, à alimentação das fornalhas.” (CAMARGO, R. F.; CAMARGO, C. P.; 2006), foram atraídos às terras férteis (Latosolos Vermelhos) do local que futuramente se instauraria o município de Tatuí e desenvolveram seus novos núcleos populacionais.

Figura 8. Vista Aérea da Fazenda Ipanema em Iperó - SP.



Fonte: Prefeitura de Iperó – Acervo Floresta Nacional de Ipanema. (Disponível em: <http://www.ipero.sp.gov.br>)

Segundo Camargo & Camargo (2006), o município de Tatuí se desenvolveu, após suas primeiras instalações, histórica e economicamente em decorrência da pecuária, do tropeirismo e da agricultura, dando ênfase à cultura algodoeira (na época de sua ascensão chamavam-na de “cultura do ouro branco”) que trouxe para a cidade a instalação de fábricas têxteis (hoje abandonadas) em meio à zona urbana, e que já colocara Tatuí entre os maiores produtores de algodão do país. Tatuí também figurou entre os maiores produtores de milho da região, mas hoje possui uma cultura diversificada, e, de acordo com dados coletados pelo Projeto Lupa (CATI/IEA, 2007/08), há a predominância para a cultura de Braquiara (14.807,7ha), Cana-de-açúcar (9.576,4ha), Milho (4.611,4ha), outras gramíneas para pastagem, laranja, dentre outros cultivos.

Tabela 2. Estratificação das áreas agrícolas do município de Tatuí, Estado de São Paulo, 2007. (LUPA – CATI/SAA, 2007/08).

Estrato – ha	UPAs		Área total	
	Nº	% em relação ao total de UPAs (1016)	ha	% em relação à área total das UPAs (38.103,3ha)
0-10	398	39,21	2.278,30	5,98
10-20	212	20,89	3.180,30	8,35
20-50	212	20,89	6.793,30	17,82
50-100	107	10,54	7.456,40	19,57
100-200	057	5,62	8.091,90	21,23
200-500	027	2,66	7.689,30	20,18
500-1000	002	0,20	1.230,80	3,23
1000-2000	001	0,10	1.383,00	3,63

Tabela 3. Variáveis de ocupação do solo no município de Tatuí, Estado de São Paulo, 2007 (Projeto LUPA – CATI/SAA, 2007/08)

Descrição do uso do solo	Nº de UPAs	Área (ha)	% em relação à área total das UPAs (38.103,3ha)
Pastagens	852	16.526,30	43,37
Cultura Temporária	367	15.039,80	39,47
Vegetação Natural	666	2.980,10	7,82
Área Complementar	899	1.781,70	4,67
Cultura Perene	32	00841,80	2,21
Área em descanso	49	00507,90	1,33
Reflorestamento	48	00223,20	0,58
Vegetação de brejo e várzea	71	00205,50	0,54

Tabela 4. Variáveis de uso do solo pelos estabelecimentos agropecuários do município de Tatuí, no Estado de São Paulo. (Censo Agropecuário, IBGE, 2017)

Descrição do Uso do Solo	Área dos Estabelecimentos Agropecuários (ha)	% em relação à área total dos estabelecimentos (24.087,522 ha)
Lavouras Temporárias	13.017,98	54,04
Pastagens Naturais	03.847,45	15,97
Plantio direto na palha	02.394,17	9,9
Veg. Nat. Destinada à Preservação Permanente ou Reserva Legal	02.058,76	8,54
Pastagens plantadas em boas condições	01.419,04	5,89
Lavouras Permanentes	00.891,69	3,70
Cultivo de Flores	00.711,20	2,95
Pastagens plantadas em más condições	00.335,99	1,39
Florestas Plantadas	00.114,03	0,47
Vegetação Natural	00.036,37	0,15
Área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastejo por animais.	00.015,12	0,06

De acordo com o projeto LUPA (2007/08), desenvolvido pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, as unidades agropecuárias situadas no município de Tatuí são, em suma, constituídas por propriedades entre 20 e 500 ha (78,8% em relação ao total das UPAs, vide Tabela 1), e se sobressaem as UPAs que possuem de 0

a 50 ha (822 unidades), evidência que aponta para uma grande porcentagem de propriedades de pequenos produtores – que dizem respeito à agricultura familiar, de grande força no município.

De acordo com os dados da Tabela 2, há a predominância de ocupação do solo com pastagens e culturas temporárias, dando ênfase a forte participação da cultura de cana-de-açúcar. Em relação a este tipo de culturas (pastagens e culturas temporárias), a porcentagem de uso do solo é de 82,84% segundo dados coletados no Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) do estado de São Paulo (Projeto LUPA – CATI/SAA) – evidência que pode apontar para um relativo grau de degradação dos solos. Segundo o Plano Diretor de Controle de Erosão Rural do Município de Tatuí-SP (2011), “A maioria dos solos apresenta problemas de fertilidade, devido ao desgaste natural ou pela sobre utilização. A calagem rotineira e amparada por análises de solo para a devida correção não é prática usual [...]”.

Além dos dados coletados pelo Projeto LUPA (CATI/SAA, 2007/08), há também os registros feitos pelo Censo Agropecuário do IBGE (2017), que devem ser considerados na análise do uso do solo e da evolução deste. Segundo o censo de 2017, a área dos estabelecimentos agropecuários em Tatuí é contabilizada em 24.087 ha, e a utilização destas terras se divide em: Lavouras Permanentes (891,696 ha), Temporárias (13.017,984 ha), Área para cultivo de flores (711,206 ha), Pastagens Naturais (3.847,451 ha), Vegetação Natural (36,378 ha), Vegetação Natural Destinada à Preservação Permanente ou Reserva Legal (2.058,763 ha), Florestas Plantadas (114,036 ha) e Área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastejo por animais (15,125 ha).

7. Resultados e Discussões

7.1 Caracterização Geomorfológica do Município de Tatuí

Considerando a inserção do município de Tatuí na unidade morfoescultural da Depressão Periférica Paulista, é indispensável traçarmos uma análise a partir de uma escala regional para que possamos entender os processos morfogenéticos e morfoesculturais que fazem parte de sua compartimentação.

A Depressão Periférica Paulista, constituída a partir da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, em geral, “apresenta um relevo predominantemente colinoso e suave esculpido em rochas sedimentares paleozoicas e eomesozoicas, além de morros e serras isolados associados a intrusões de diabásio e falhas” (PINHEIRO et al., 2014, p. 49), como é o caso da área de pesquisa que apresenta litologias predominantemente sedimentares datadas do paleozoico e que está inserida nesta unidade morfoescultural.

Seguindo a classificação de Ross & Moroz (1997) na qual Tatuí está inserida na Depressão do Médio Tietê (unidade morfológica subdividida da DPP), será também possível traçar uma discussão a partir do conceito de Ab’Saber (1949) na qual o nível de base da unidade é originado pela circundesnudação, em que as deposições perdem sua predominância para os processos denudacionais advindos da hidrografia regional que se instala esculpindo o terreno e moldando-o, pois, sobretudo, o nível de base é definido pela profundidade do talvegue dos cursos de drenagem. Logo, foram encontradas possíveis evidências dos processos circundenudacionais durante os trabalhos de campo realizado na área em questão.

Trazido por Ab’Saber (1949) aos estudos de Geomorfologia no Brasil a partir do termo utilizado pelos geógrafos franceses, o conceito de circundesnudação denomina o processo de formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos situados na borda de bacias sedimentares.

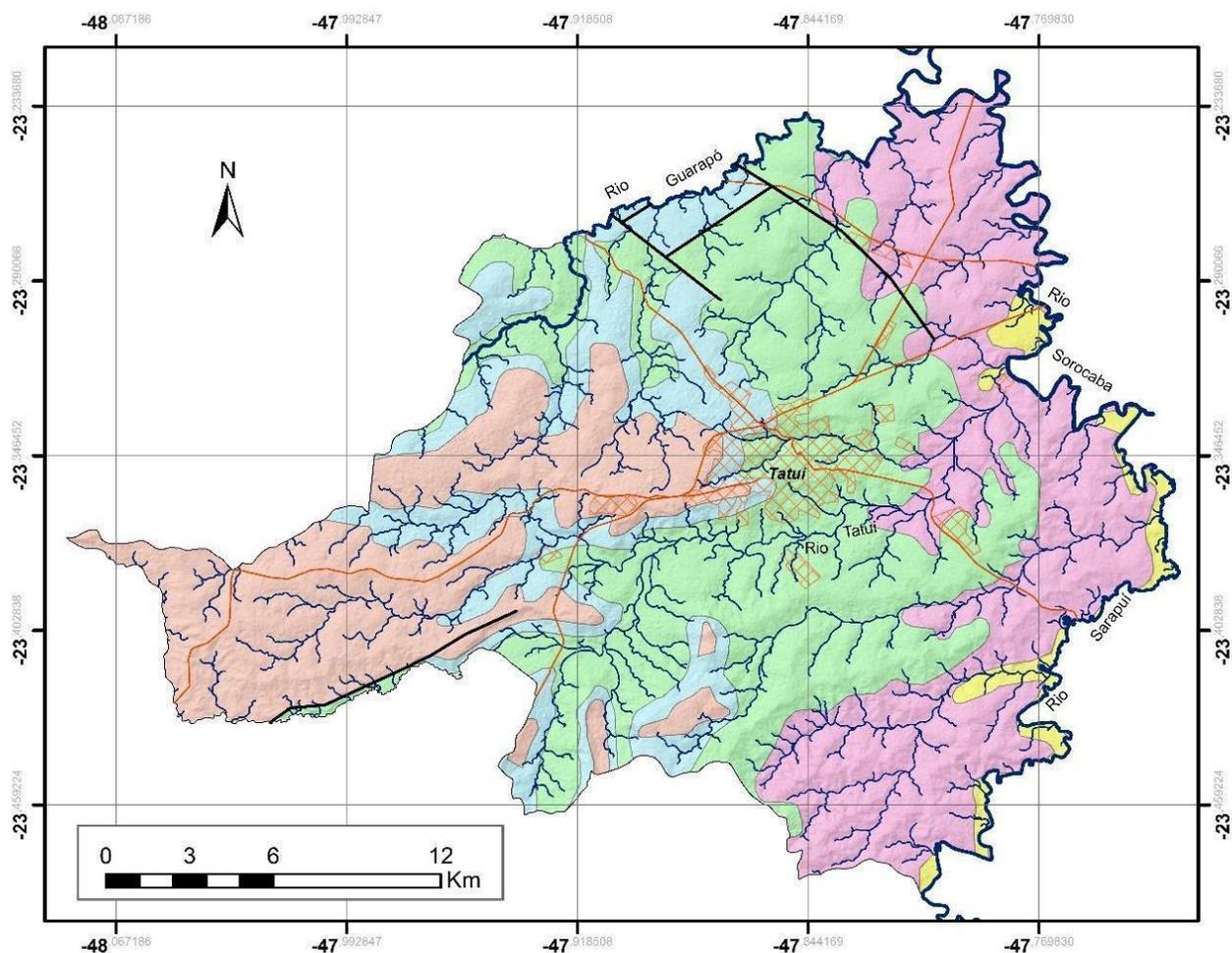
Partindo deste preceito, o Rio Tietê, com sua vasta e densa rede de drenagem, inseriu-se às estruturas e últimas ações tectônicas cenozoicas provocando capturas pelos seus afluentes, reproduzindo um padrão de drenagem dendrítico a paralelo (PENTEADO, 1976; ROSS & MOROZ, 1997; VILLELA, 2011) a qual ocorre também no município de Tatuí, onde estão presentes afluentes do Rio Tietê que atuaram e atuam ainda hoje na esculturação e no entalhamento do presente modelado colinoso da Depressão do Médio Tietê. Como as litologias que embasam o recorte municipal são predominantemente sedimentares, a erosão físico-química causada pela água foi incessantemente mais predominante sob a paisagem, e o estabelecimento das redes de drenagem se fizeram presentes procedendo também as ações de desnudação e circundesnudação decorrentes.

Partindo do primeiro nível de abordagem geomorfológica de Ab'Sáber (1969), a compartimentação topográfica, que consiste em realizar uma descrição topográfica regional, identificando a geologia dos setores de altimetria diferente e para a distinção de unidades morfológicas, será possível traçar uma discussão integrada acerca dos elementos que constituem seu relevo e a evolução deste conjuntamente aos outros níveis de abordagem propostos por Ab'Sáber agregados à taxonomia do Relevo proposta por J. Ross (1992), a qual integra 6 níveis taxonômicos (do geral ao específico) à paisagem.

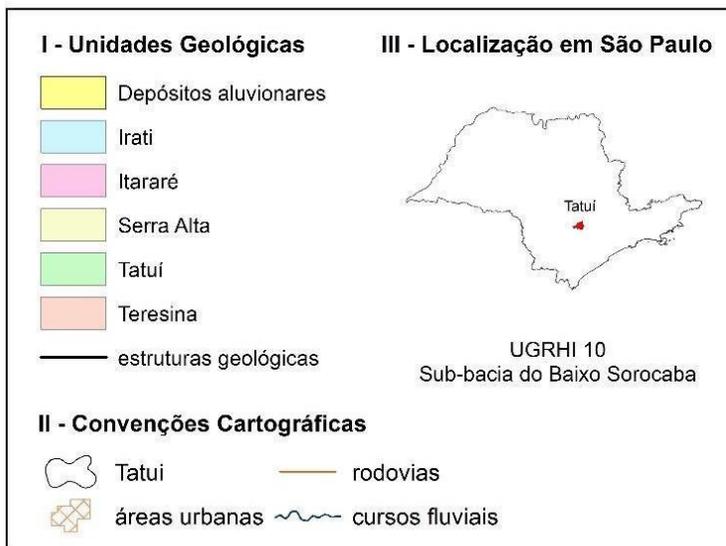
Deste modo, foi elaborado um mapa Geológico do Município de Tatuí – SP a fim de identificar as diferentes unidades geológicas que embasam a região, o qual está disposto na página seguinte; também foi possível identificar durante a elaboração do mesmo algumas estruturas (falhas) geológicas, que podem influenciar no relevo local e regional a partir das suas movimentações anteriores.

Com relação aos lineamentos e estruturas no recorte espacial de análise, buscamos traçar conexões a partir da análise visual das imagens obtidas e trabalhadas pelo GIS, as quais demonstraram que os cursos de drenagem buscaram se ajustar no relevo seguindo o nível de base influenciado pelo sentido das estruturas geológicas do terreno. Ao Norte é possível perceber algumas estruturas próximas ao Rio Guarapó (Figura 9) com sentido NNW-SSE (nor-noroeste – su-sudeste), e é perceptível pelo Mapa de Lineamentos (Figura 10) que os lineamentos de drenagem próximos à falha seguiram o mesmo sentido devido a possível alteração no nível de base local, e os lineamentos de relevo estão sendo condicionados pelo ajuste morfotectônico causado pela falha e pela passagem do curso fluvial. Há também a presença de uma estrutura geológica ao sudoeste (SSW) do município que é alocada em sentido WSW-ENE (oés-sudoeste - lés-nordeste), influenciando também no sentido dos lineamentos de drenagem daquele local. Neste local supracitado, a partir da análise das imagens e dos trabalhos de campo, foi possível identificar uma morfologia específica que hipoteticamente foi soerguida anteriormente a partir do movimento desta estrutura em questão. Classificamos-na como uma pequena escarpa, pois a sua morfologia e altimetria é divergente das formas de relevo em seus arredores, o que me chamou a atenção para um futuro estudo da mesma.

Figura 9. Mapa Geológico do Município de Tatuí – SP



LEGENDA



Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Rodovia: ANA (2015)
 Áreas urbanas: IBGE (2010)
 Geologia: CPRM (2012)

Elaboração: os autores.

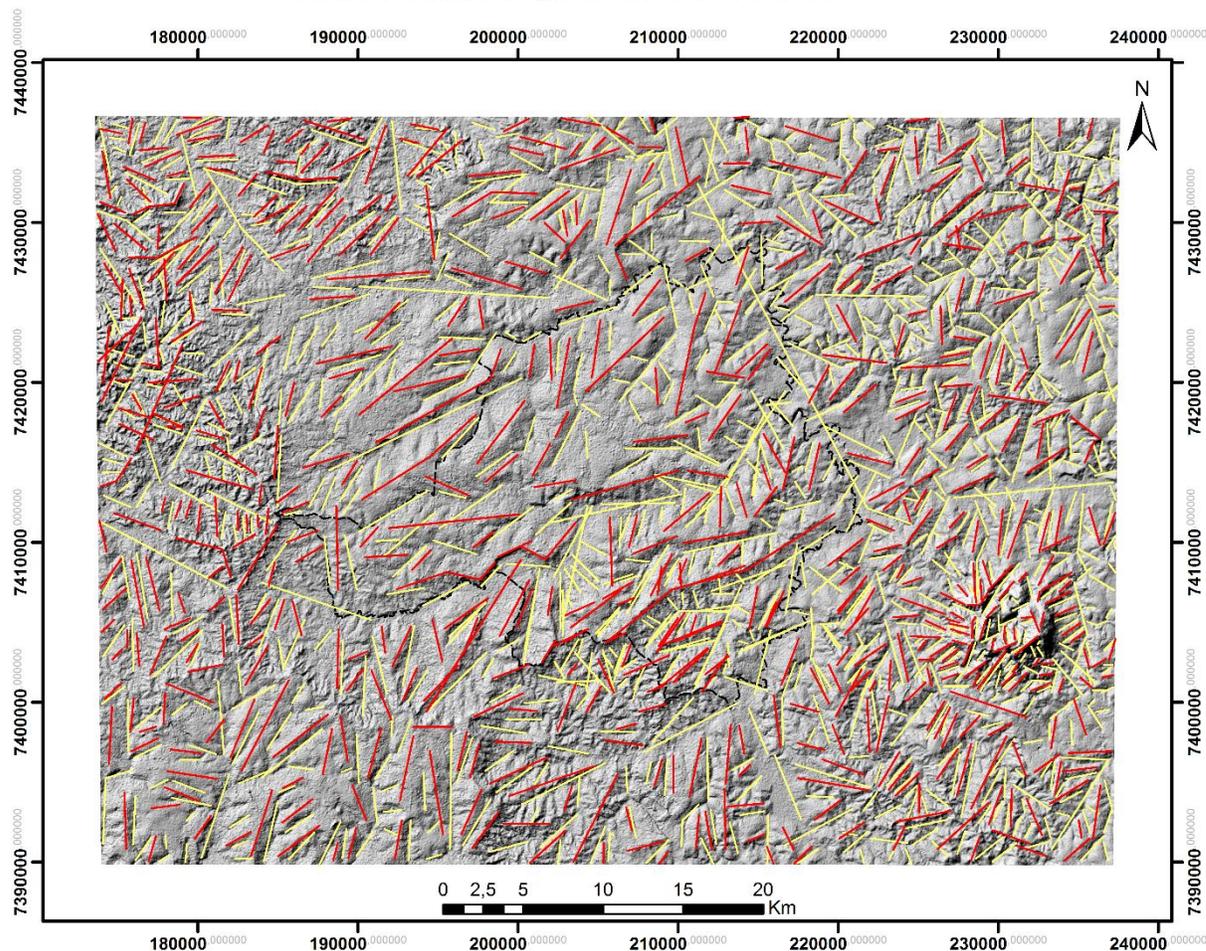


É possível também perceber que as estruturas (falhas geológicas) fazem a alteração das camadas/unidades geológicas a partir de suas linhas, e que temos uma vasta quantidade de litologias presentes no recorte de estudo. Como são de modo geral sedimentares, temos um ambiente pouco movimentado tectonicamente, em que é possível identificar setores de anomalias geomorfológicas facilmente a partir de análises visuais de imagens de satélite, geoprocessamento e trabalhos de campo locais.

A partir do Mapa Geológico (Figura 9) é possível notar a unidade geológica do Grupo Tubarão nas proximidades do Rio Sorocaba e Rio Sarapuí, a mais antiga dentre as listadas no recorte municipal sendo caracterizado de idade Permocarbonífera (Arab et. al., 2009). Sob um olhar generalizado a partir das análises visuais e referências bibliográficas, a vazão e a capacidade erosiva do Rio Sorocaba e Sarapuí são maiores do que as de seus tributários, pois ao longo dos anos o rio ajustou-se às unidades retirando as camadas superiores (mais recentes), demonstrando também áreas de aluviões. As demais litologias estão associadas à idade Permiana (Barboza-Gimenez & Caetano-Chang, 2010; White, 1908; Warren et. al., 2015) e não há como relacioná-las de acordo com suas cronologias de formação a partir de sobreposições, da mesma forma que os afluentes dos maiores cursos possuem vazões menores, sendo dificultosa a identificação de elementos que fundamentam a morfologia local em grande escala como a remoção de uma unidade litoestatigráfica.

Em suma, as formações Teresina, Tatuí e Grupo Itararé demarcam grande presença no município, o que faz jus ao tipo de pedologia argilosa presente no município que dá origem ao grande interesse por parte das indústrias cerâmicas pela retirada de materiais.

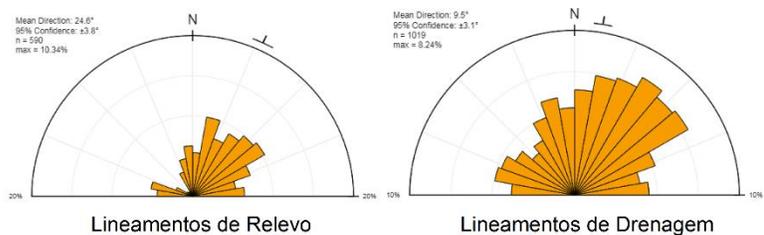
Figura 10. Mapa de Lineamentos de Tatuí (SP)



Legenda

- Lineamentos de relevo
- Lineamentos de drenagem
- Município de Tatuí

Gráficos de Rosetas



Localização em São Paulo



Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)



Elaboração: os autores.

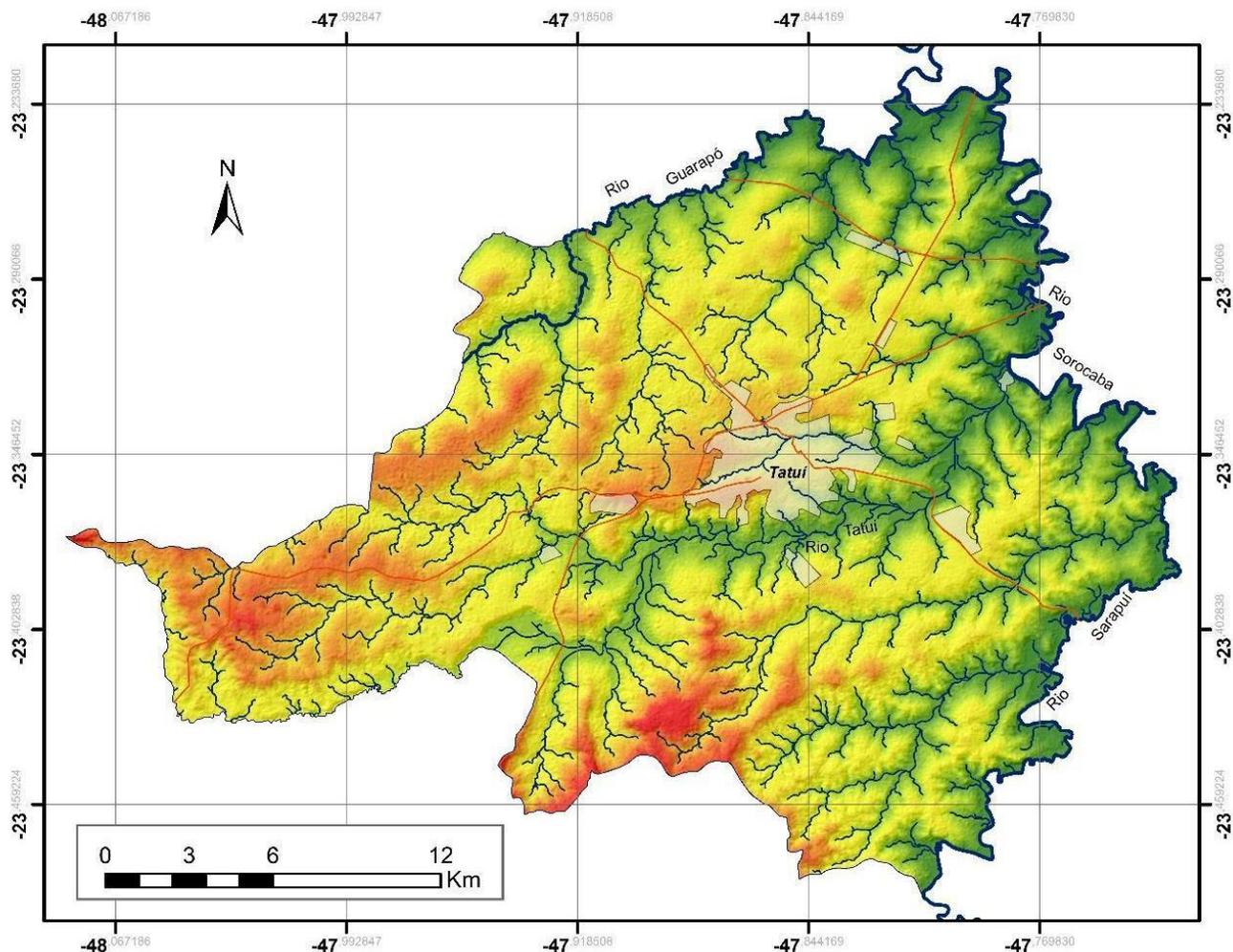
Com relação ao mapa de lineamentos (Figura 10) algumas características podem ser verificadas sobre os trends predominantes, com a direção predominante para NE, em consonância com as principais estruturas dessa porção da área leste paulista, e falhamentos antigos como a falha de Cubatão, Zona de Cisalhamento de Taxaquara e Falha de Sorocaba. Observa-se que grande que esse trend possui mais influência com a rede de drenagem, em comparação com os lineamentos de relevo, havendo nesse segundo caso, além de lineamentos SW-NE, além alguns significativos de direção NNE. Os gráficos de rosetas indicam ainda trends secundários como lineamentos de direção E-W, tanto em relação aos lineamentos de drenagem quanto aos de lineamentos de relevo, além de direção NW, predominantes nos lineamentos de drenagem. O rio Sorocaba, nível de base regional, tem sua direção alterada de E-W para SE-NW nas imediações do domo do Maciço Ipanema (Serra de Araçoiaba), mesma direção do canal do rio Iperó. Já outra importante drenagem regional, o rio Sarapuí, apresenta direção SW-NE, bem como o rio Tatuí e a escarpa de litologias paleozóicas abordadas no texto.

A partir disto, torna-se mais forte a hipótese de que há um controle tectônico estrutural agindo sobre a paisagem no quaternário, principalmente em função da exumação de estruturas pré-cambrianas e deformações relacionadas à intrusão do maciço Ipanema no final do Mesozóico.

Quanto à morfologia da paisagem, de acordo com Ross & Moroz (1997), o município está situado na unidade morfoescultural subdividida da Depressão Periférica Paulista, a Depressão do Médio Tietê, caracterizada por seu modelado colinoso suave esculpido pela circundesnudação das redes de drenagem sobre o embasamento sedimentar. Neste sentido, nesta unidade subdividida da Depressão Periférica Paulista os processos denudacionais advindos da rede de drenagem são os maiores modeladores da paisagem, e desta forma, a análise das bacias hidrográficas nos forneceram os dados necessários para o entendimento dos processos que mais a modelam, contribuindo em suma para o entendimento da compartimentação e do modelado em questão.

Para o maior entendimento da compartimentação topográfica da região, fora também elaborado um Mapa Hipsométrico do local (Figura 11) com a finalidade de identificar os setores de altimetria diferentes na paisagem, e posteriormente, contribuir para que a divisão das unidades de relevo seja elaborada.

Figura 11. Mapa Hipsométrico do Município de Tatuí – SP



LEGENDA

<p>I - Classes altimétricas (m)</p>  <p>737 603 513</p>	<p>III - Localização em São Paulo</p>  <p>Tatuí</p> <p>UGRHI 10 Sub-bacia do Baixo Sorocaba</p>
<p>II - Convenções Cartográficas</p> <ul style="list-style-type: none">  áreas urbanas  limite municipal  rodovias  cursos fluviais 	

Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Rodovia: ANA (2015)
 Áreas urbanas: IBGE (2010)
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)



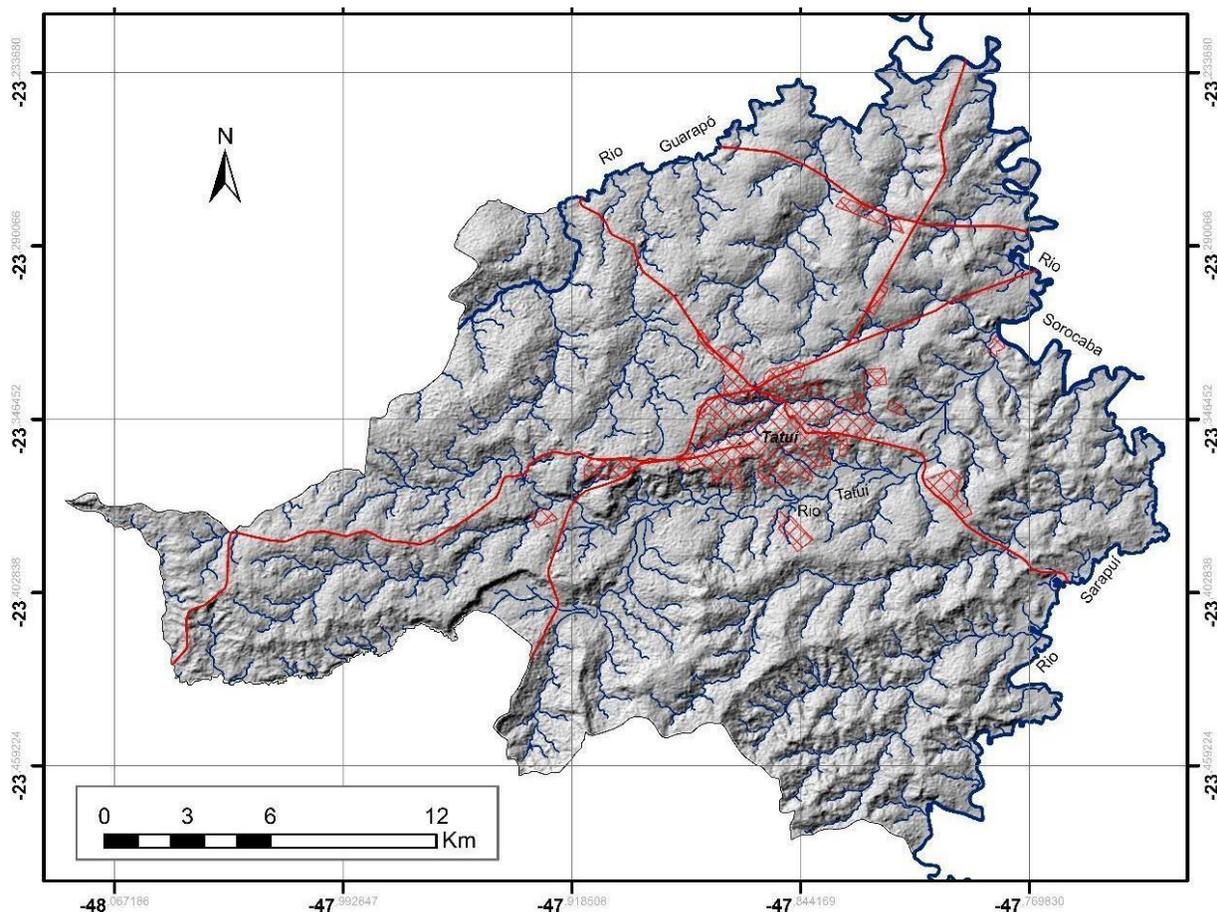
Elaboração: os autores.

O mapa acima evidencia as diferentes classes altimétricas do Município de Tatuí, as quais estão divididas em três níveis. O setor de maior altimetria está situado à porção sul do município, e chega a atingir 737m de altitude, representado pela cor vermelha. Logo, nos setores norte, sudeste e oeste do Município, pode-se notar altimetrias intermediárias, com variações de 600m até 700m de altitude, e, evidenciando os intensos processos erosivos advindos dos cursos fluviais sobre o relevo, os setores de menores altimetrias são identificados pelos vales e planícies aluviais dos rios Sorocaba, Sarapuí, Guarapó e Tatuí, representados pelas variações de verde. O modelado colinoso é facilmente representado pelo mapa hipsométrico de cores gradativas pois evidencia de forma clara as diferenças altimétricas do relevo; as cores frias são utilizadas para baixas altitudes e as cores quentes para altas altitudes.

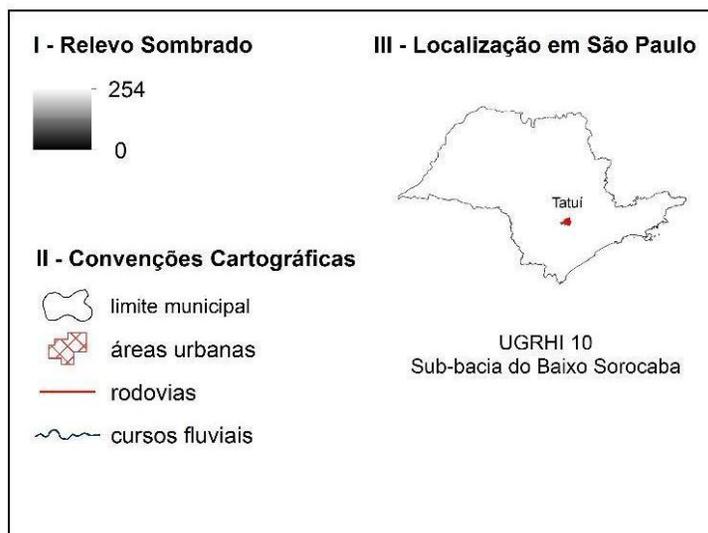
Posteriormente, fora elaborado para o reconhecimento dos padrões de formas de relevo e do modelado de forma geral, o Mapa de Relevo Sombreado do Município de Tatuí (Figura 11) que demonstra de modo mais detalhado as rugosidades morfológicas visuais do relevo, colaborando para a separação e criação do mapa das unidades de relevo manualmente.

O mapa de relevo sombreado foi elaborado através das imagens coletadas pelo projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) trabalhadas no software ArcGIS 10.8 (ESRI, 2018) através da ferramenta *Hillshade*, utilizando-se da direção da iluminação para permitir uma interpretação mais próxima do real de uma vista vertical da área de estudo. As sombras demarcam as formas com as melhores posições possíveis através do software, viabilizando a criação da imagem processada do terreno.

Figura 12. Mapa de Relevo Sombreado do Município de Tatuí – SP



LEGENDA



Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Rodovia: ANA (2015)
 Áreas urbanas: IBGE (2010)
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)



Elaboração: os autores.

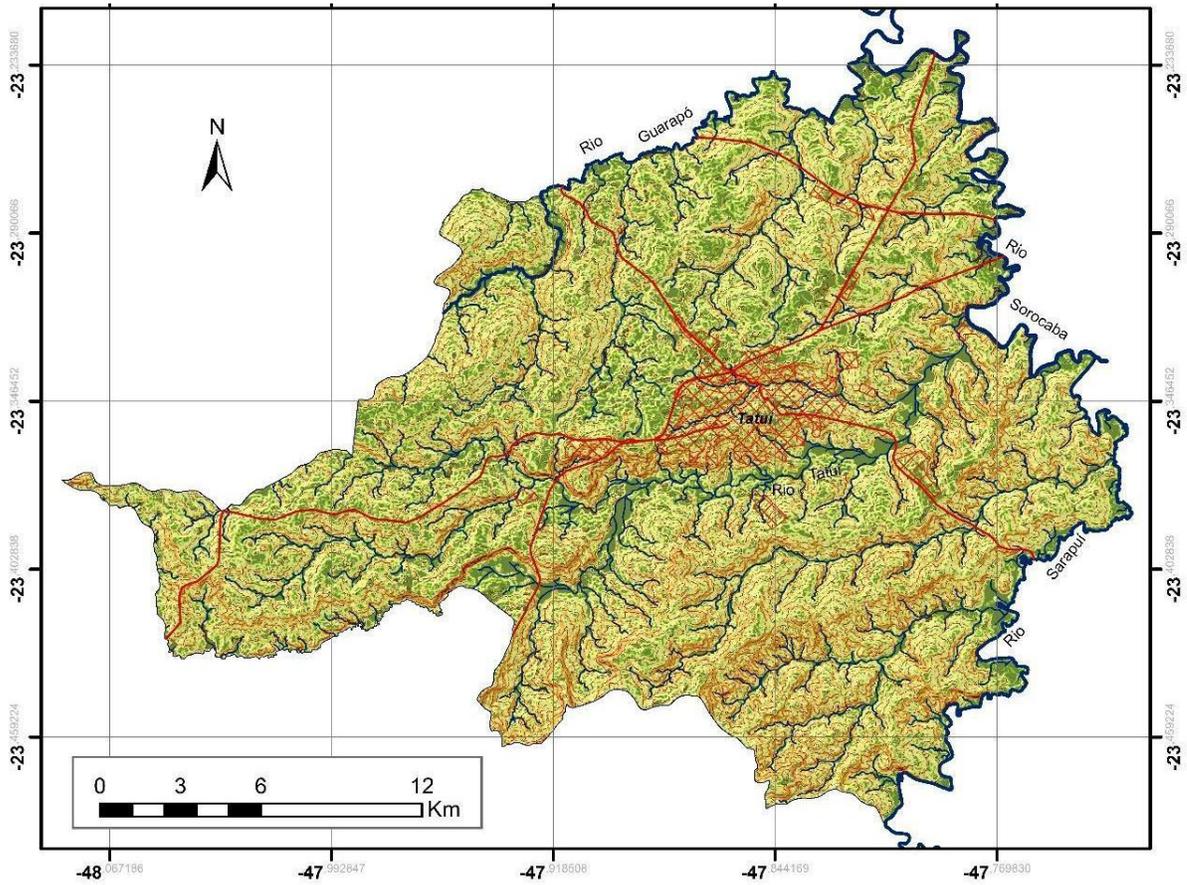
O Mapa de Relevo Sombreado (Figura 11) serviu em conjunto com os trabalhos de campo, análises de cartas topográficas e dos mapas de Hipsometria (Figura 10) e de Declividade (Figura 12) para que o reconhecimento das feições de relevo fosse desenvolvido, e posteriormente para a descrição das formas de relevo com a finalidade de caracterizar geomorfologicamente o município de Tatuí.

Na imagem superior podemos observar pelo sombreamento que o modelado colinoso do município se divide em algumas partes que são visualmente identificáveis a partir de suas rugosidades visuais. É possível distinguir algumas áreas de foco em que o relevo é mais dissecado pela rede de drenagem pelo tipo de padrão gerado, padrões estes que geraram a separação das unidades de relevo do município em conjunto com a sua sobreposição aos outros mapas gerados a partir das ferramentas disponíveis pelo SIG utilizado.

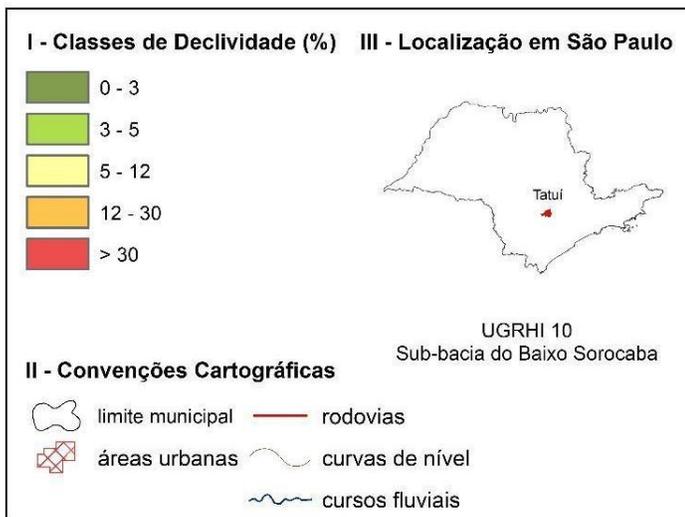
Na porção sul do município podemos notar a influência do afluente de maior vazão no recorte espacial, ao qual se ajustou à estrutura geológica presente, apresentando declividades acentuadas ao relevo e colinas marcadas pelos vales acentuados. Já em sua região norte, podemos verificar algumas colinas de topos mais extensos e de vertentes convexas mais extensas, o que pode marcar uma resistência maior da estrutura frente aos processos denudacionais em combinação à menor força dos afluentes do Rio Guarapó.

Ao centro do município, através das declividades acentuadas e colinas convexas bem demarcadas podemos visualizar a presença do Rio Tatuí dissecando o relevo fortemente, marcado pela influência tectônica de uma falha estrutural que faz parte da formação Teresina logo a Oeste. Nota-se que a rede de drenagem segue o mesmo sentido (SW-NE) da falha que elevou a pequena escarpa nesta mesma área.

Figura 13. Mapa de Declividade do Município de Tatuí-SP



LEGENDA



Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Rodovia: ANA (2015)
 Áreas urbanas: IBGE (2010)
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Elaboração: os autores.

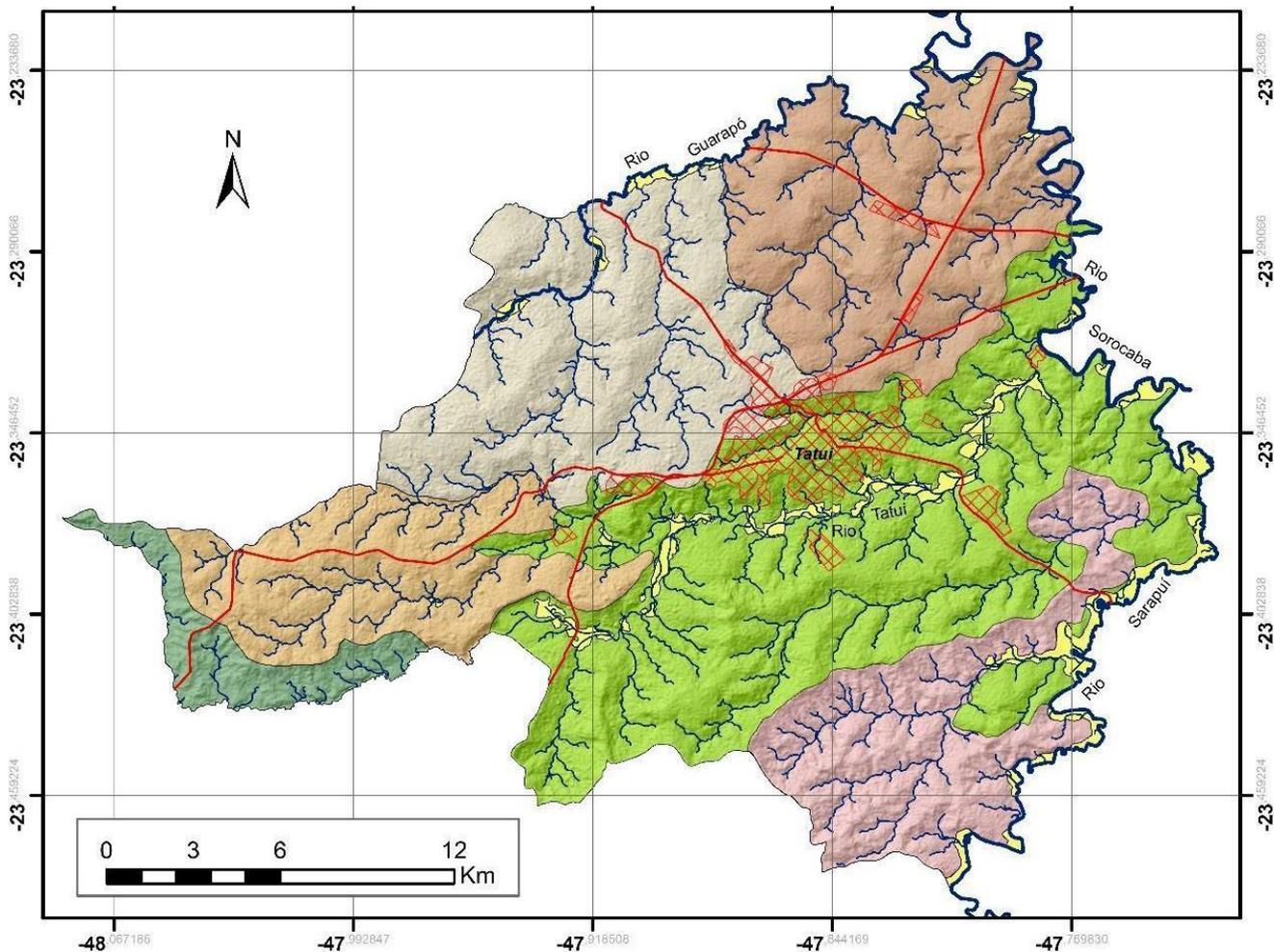
O Mapa de Declividade elaborado evidenciou as diferentes classes percentuais de declividade presentes no modelado, das quais variam de 0% até a níveis superiores a 30% em vertentes muito declines.

Nota-se que uma grande porção da área urbana do município foi construída em colinas de topos convexos com vertentes retilíneas e convexas que apresentam taxa de declividade de 12% a 30%, dificultando a mobilidade urbana e trazendo alguns problemas ambientais com a urbanização sem planejamento estratégico para conter futuros problemas ambientais como enchentes e inundações alavancadas pela impermeabilização das vertentes.

De modo geral, nota-se que a porção Sul do município apresenta vertentes com taxas maiores de declividade, enquanto na porção norte e oeste possuímos um modelado pouco declive. Dá-se a entender que a influência hídrica na escultura do relevo agiu de forma mais potente nas áreas em que a taxa de declividade é maior pela proximidade dos cursos fluviais mais potentes, como nas áreas próximas aos rios Tatuí, Sorocaba e Sarapuí.

Posteriormente à produção dos mapas e das análises do modelado, foi possível identificar setores de altimetria/relevo diferentes no recorte municipal, e a fim de diferenciá-los, fora elaborado um mapa de divisão das unidades de relevo, as quais serão discutidas brevemente nesta seção juntamente à caracterização de cada uma das compartimentações e de suas formas de relevo, que, de acordo com Ab'Sáber (1969), deverá ser a mais exata e específica possível, e, nesta pesquisa, será agregada aos níveis taxonômicos de J. Ross (1992).

Figura 14. Mapa de Unidades de Relevo do Município de Tatuí – SP



LEGENDA

I - Unidades de Relevo

- Unidade I
- Unidade II
- Unidade III
- Unidade IV
- Unidade V
- Unidade VI
- Planícies

II - Convenções Cartográficas

- Áreas urbanas
- Rodovias
- Cursos fluviais

III - Localização em São Paulo



UGRHI 10
Sub-bacia do Baixo Sorocaba

Informações Cartográficas:
 Projeção: Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados
 Limite municipal: IBGE (2015)
 Rodovia: ANA (2015)
 Áreas urbanas: IBGE (2010)
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)



Elaboração: os autores.

Deste modo, foi possível identificar na área em questão 6 unidades de relevo distintas em sua compartimentação, apresentando altimetrias e formas diversificadas em suas características - as quais estão organizadas na figura acima.

As formas da unidade I são caracterizadas como interflúvios de baixa dissecação e vales simétricos abertos. Os interflúvios são bastante alongados, pouco extensos e de topos convexizados, como mostra o perfil de elevação abaixo. Suas vertentes são retilíneas, e de modo geral, apresentam declividade bem acentuada, variando de 3% a 30% nos vales com talvegues mais aprofundados. Suas bases podem ser caracterizadas como levemente côncavas, comportando seus vales e a hidrografia local. A presença das planícies aluviais dos Rios Guarapó e Sorocaba nesta unidade de relevo demarcam os processos denudacionais advindos de seus cursos principais. Em uma visita à unidade, fotografamos um dos interflúvios que caracteriza o padrão das formas de relevo deste setor (Figura 13), e, para evidenciarmos sua supracitada forma e especificidades, fora elaborado seu perfil de elevação (Figura 14).

Figura 15. Forma de Interflúvio bem alongado e plano, pouco extenso, de topo convexizado e de vertentes retilíneas com bases côncavo-retilíneas – Unidade de Relevo I



AUTOR: ARRUDA, E. M. julho/2019

Figura 16. Perfil de elevação da Unidade de Relevo I – Formas de Colinas e Vales



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

A partir dos trabalhos de campo e das análises das imagens elaboradas, foi possível notar uma grande ocupação desta unidade de relevo pelas unidades agropecuárias, e, de certo modo, identificou-se uma certa relação com o relevo. Os interflúvios alongados e pouco extensos de topos convexizados atraem as unidades agropecuárias pois se configuram como relativamente planos e são propícios à este tipo de atividade, além de serem longínquos em relação à malha urbana de Tatuí – SP.

A unidade de relevo II também apresenta formas de dissecação, com interflúvios amplos e encostas com declividades mais acentuadas em comparação à unidade anterior, e vales em U com planícies aluviais bem desenvolvidas junto ao Rio Guarapó. Para evidenciar as feições e suas especificidades, fora elaborado o Perfil de elevação do padrão de formas encontrado na Unidade II, disposto abaixo.

Figura 17. Perfil de elevação da Unidade de Relevo II. Interflúvios alongados, vertentes retilíneas, vales e planície aluvial do Rio Guarapó.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

Os interflúvios são bastante alongados, pouco extensos e seus topos são mais dissecados em relação aos que integram a primeira unidade, e podem ser classificados como convexos. As vertentes da unidade podem ser caracterizadas como retilíneas e as bases como levemente côncavas. A classe de declividade predominante é a de 5 a 12%, mas algumas vertentes apresentam declividades de 12 a 30% (de acordo com o Mapa de Declividade do Município de Tatuí, Figura X), e estas se situam próximas ao curso principal do Rio Guarapó, novamente evidenciando os processos erosivos da hidrografia local sobre o embasamento sedimentar, característica intrínseca da Depressão do Médio Tietê.

Já na unidade de relevo III é possível averiguar uma superfície principal de menor rugosidade, mas com um patamar de transição entre unidades marcadas por escarpamento. As formas de relevo presentes nesta unidade podem ser caracterizadas como interflúvios, planícies aluviais localizadas e uma pequena escarpa próxima ao limite

municipal de Itapetininga – SP. Os interflúvios situados nesta unidade são bem alongados, têm orientação W-E e possuem pouca extensão. Seus topos são convexizados e suas vertentes são bem retilíneas, e algumas também podem ser classificadas como convexas. Suas bases são levemente côncavas e os vales em forma de U, abertos e assimétricos marcam o ambiente fluvial da unidade.

Para evidenciar as especificidades das feições geomorfológicas, fora gerado um perfil de elevação do padrão de formas encontradas nesta unidade de relevo, com destaque para a escarpa.

Figura 18. Perfil de elevação da Unidade III. Interflúvios, Vales e Escarpa destacada



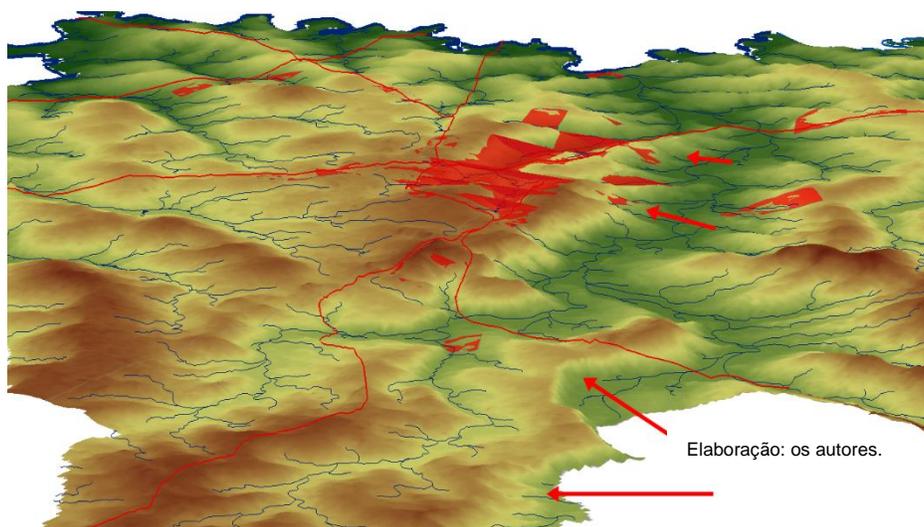
Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

A forma escarpada tem orientação predominante WSW-ENE, não sendo restrita ao município, havendo sua continuidade para os municípios de Alambari e Itapetininga. Na discussão sobre a formação de escarpas sempre deve ser levado em conta aspectos litológicos, tectônicos e de erosão regressiva.

Em relação à feição observada no município, menciona-se que há uma transição litológica relativa às camadas da Formação Teresina, mas o mesmo tempo o mapa geológico (Figura 10), indica a presença de uma falha nesse setor, ocupado inclusive pelo vale do rio Tatuí, informação também corroborada pelo mapa de lineamentos.

Não se pode descartar a hipótese de ajustes isostáticos quanto ao posicionamento dos blocos, até em função da área encontra-se próximo à setores de intrusões, mas acredita-se tratar de uma escarpa de linha de falha, onde a erosão regressiva resulta na formação da escarpa. Para a melhor visualização desta feição, fora elaborado um modelo digital de terreno em 3D. (Figura 17).

Figura 19. Modelo Digital de Terreno com setas indicando a forma de Escarpa.

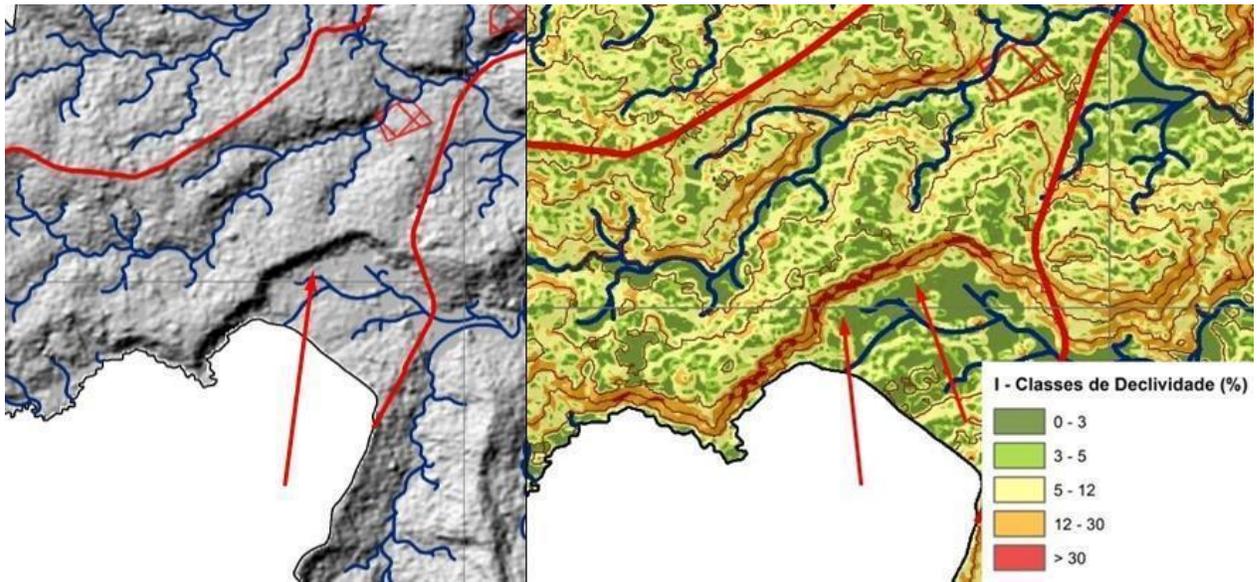


De qualquer modo, registra-se a hipótese de que um possível soerguimento fez com que o relevo ao seu entorno se dissecasse com mais intensidade, pois o nível de base do setor foi alterado pelo supracitado processo, e, conseqüentemente, com um talvegue mais profundo aumentando a declividade do terreno, os processos erosivos se intensificam gradualmente modelando a paisagem e criando os vales em “V”.

Espera-se que trabalhos complementares sejam realizados na área, sob uma respectiva mais regional, a fim de compreender a formação do falhamento e sua influencia na origem e evolução dessa área escarpada.

As imagens abaixo demonstram dois recortes do Mapa de Relevo Sombreado e do Mapa de Declividade do Município de Tatuí demonstrando a escarpa presente nesta unidade de relevo e suas classes de declividade.

Figura 20. Escarpa da Unidade de Relevo III



Org.: MACHADO JUNIOR, C. 2019.

As classes de declividade predominantes são as de 12 a 30% e a que ultrapassa os 30%, demarcando a forma de escarpa do local. Esta feição marca uma zona de transição/contacto entre as litologias com a falha geológica, e estão presentes nesta área as unidades litoestratigráficas da Formação Teresina, Formação Tatuí e Formação Irati. Com o surgimento da hipótese, fora realizada uma visita ao local com o intuito de reconhecer e analisar a escarpa.

Figura 21. Foto da Escarpa localizada no Município de Tatuí - SP



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019

A escarpa de orientação WSW-ENE é bastante evidenciada na paisagem por sua acentuada declividade, e a partir da visita de campo, das análises dos mapas e perfis de elevação elaborados, foi possível caracterizá-la.

A Unidade de Relevo IV foi caracterizada como modelado de dissecação, mas padrões de formas que se diferenciam dos setores adjacentes, apresentando interflúvios com topos mais convexizados e restritos. Para a melhor visualização e caracterização desta área, fora elaborado um perfil de elevação.

Figura 22. Perfil de elevação da Unidade de Relevo IV.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

Neste setor, as feições evidenciam as diversas cabeceiras que agem esculpindo o terreno de forma mais intensa. Os interflúvios são alongados, pouco extensos e de topos restritos. As vertentes apresentam suas bases convexizadas, com exceção de algumas vertentes que apresentam característica retilínea; os vales são bem dissecados e comportam os tributários do Rio Tatuí e do Rio Guarapó.

A unidade de relevo V constitui modelo de dissecação mais homogêneo, ocorrendo interflúvios mais alongados e bem dissecados, com maiores amplitudes altimétricas. Nela é encontrada o nível de base local associado ao rio Tatuí e grande parte da malha urbana do município também ocupa essa unidade. Seus interflúvios apresentam topos convexos, inclinações acentuadas, são alongados e distância interfluviais menores comparadas às unidades adjacentes. Suas vertentes apresentam retilinearidades a convexo-retilíneo, vales em U, abrigando planícies aluviais em alguns setores.

Nesta unidade, os vales são bastante dissecados pela presença do Rio Tatuí, e, para a melhor visualização da área, foram elaborados perfis de elevação das feições que mais a caracterizam e apresentam um padrão dentro do recorte de unidade proposto.

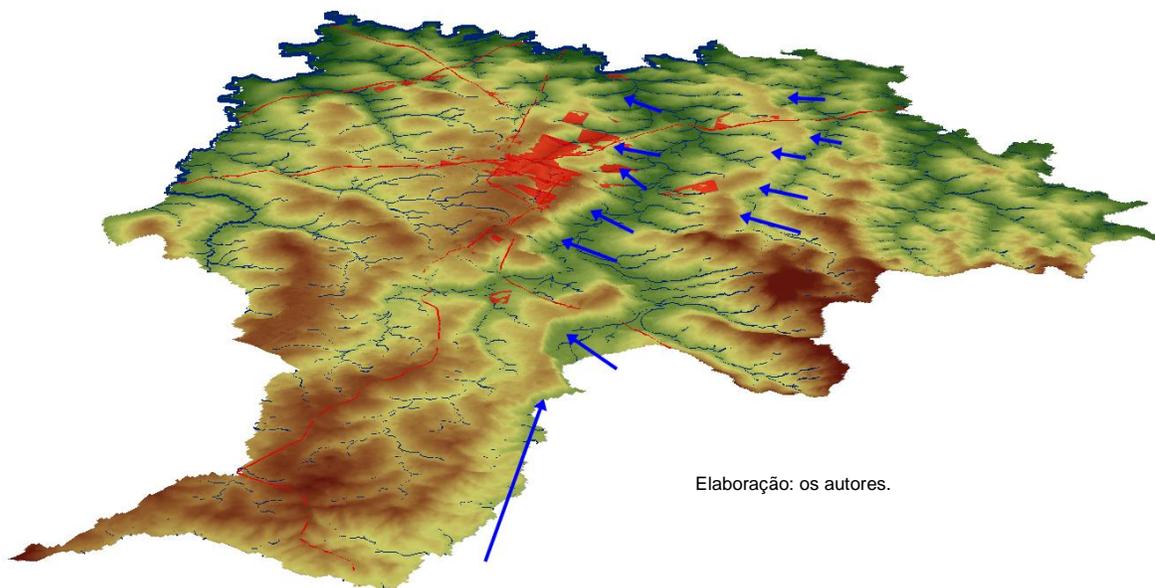
Figura 23. Primeiro Perfil de Elevação da Unidade de Relevo V.



O perfil de elevação destacado acima demonstra interflúvios pouco extensos de topos convexizados, vertentes retilíneas, o vale e a planície aluvial do Rio Tatuí; este padrão de formas está presente em todo o polígono desta unidade.

A maior dissecação dos vales aponta para uma maior intensidade dos processos erosivos da dinâmica fluvial em que a estrutura sedimentar comporta. Mas, além disto, fora identificado, como já dito, um certo lineamento advindo da mesma orientação da estrutura geológica que se situa próxima à Itapetininga-SP, em que os interflúvios são bem acentuados e as vertentes apresentam classes de declividade variando de 12 a 30% ou a níveis superiores, e, para a melhor visualização da hipótese, foram elaborados alguns modelos digitais de terreno (MDT's).

Figura 24. Modelo Digital de Terreno demonstrando o hipotético lineamento.



A partir das análises dos modelos digitais de terreno (MDT's), dos mapas de Relevo Sombreado (Figura 11), de Declividade (Figura X) e do Mapa Hipsométrico do Município (Figura 10), resgata-se a hipótese de que um lineamento morfoestrutural associado à falha geológica localizada na Unidade III, como já dito anteriormente, influenciou a instalação do vale do rio Tatuí e conseqüentemente, a evolução erosiva do canal vem definindo o aprofundamento do nível de base da área, que modelou a paisagem aplicando maiores declividades às vertentes, que contribuíram e contribuem para a maior dissecação do modelado, visto que uma maior velocidade de fluxo de escoamento eleva a erosividade do terreno (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017). O Mapa hipsométrico e os perfis de elevação indicaram grandes diferenças altimétricas entre os interflúvios e os talwegues esta unidade de relevo, que variam de 120m a 75m.

Figura 25. 2º Perfil de Elevação da Unidade de Relevo V.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

O perfil de elevação disposto acima evidencia os interflúvios de topos convexizados e as vertentes com maiores declividades na unidade supracitada. Ademais, a maior parte da malha urbana localizada nesta unidade de relevo está sob interflúvios alongados, pouco extensos, com vertentes retilíneas de declives bem acentuados (classe predominante de 12 a 30 – de acordo com o Mapa de Declividade do Município de Tatuí), e, para evidenciar a fundo esta afirmação, foram tiradas algumas fotos destes locais, as quais estão dispostas abaixo.

O fato do presente trabalho também abordar temas associados à Geomorfologia Aplicada, elencando conflitos ambientais relacionados ao uso do solo, optou-se por enfatizar aspectos do papel da urbanização sobre a unidade V.

Figura 26. Foto de colina urbanizada com vertente retilínea de alta declividade com vale bem dissecado e Perfil de Elevação do local evidenciando as formas supracitadas - padrão encontrado na unidade V de relevo.



Autor: MACHADO JUNIOR, C. (2019). Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019).

Os vales que se encontram ocupados pela malha urbana possuem um talvegue bem profundo se comparado aos adjacentes que não são urbanizados, evidência que aponta para um maior aprofundamento do canal com a sobrecarga do escoamento superficial, que se sobrecarrega através da impermeabilização do solo consequente da

urbanização – ponto que será discutido brevemente no terceiro nível de abordagem tratado por Ab’Sáber (1969), a fisiologia da paisagem, e nos tópicos relacionados aos problemas ambientais.

Figura 27. Foto de colinas urbanizadas com vertentes retilíneas de alta declividade e Perfil de Elevação do local demarcando as formas bem definidas – padrão encontrado na unidade V de relevo.



Autor: MACHADO JUNIOR, C. (2019). Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro.

CNES/Airbus (2019).

Neste local evidenciado pelas fotos, é possível perceber uma grande ocupação urbana alocada às vertentes declives retilíneas, e o talvegue do tributário que o vale comporta parece estar se aprofundando ao longo do tempo com a intensificação do escoamento superficial provocada pela impermeabilização do solo das vertentes.

A unidade de relevo VI é caracterizada por ser o modelado mais dissecado do município. As feições geomorfológicas presentes nesta unidade se configuram como interflúvios de topos restritos, predominando vales em V, mas com a exceção da extensa planície aluviais do Rio Sarapuí. Junto à delimitação da área pelo Mapa das Unidades de Relevo do Município de Tatuí – SP, fora elaborado um perfil de elevação evidenciando o padrão de feições geomorfológicas encontradas nesta área.

Figura 28. Perfil de Elevação da Unidade VI de Relevo.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus (2019)

O perfil de elevação em questão demonstra interflúvios com topos restritos, vertentes retilíneas e côncavas, vales demarcados pelos tributários do Rio Sarapuí e suas planícies aluviais.

Os interflúvios desta unidade são bastante alongados, pouco extensos, e seus topos são bem restritos/acentuados. Os topos apresentam pouca variação de altitude em relação ao talvegue dos rios, fato que pode evidenciar que ocorrem processos erosivos com mais intensidade nesta área. Suas vertentes podem ser caracterizadas como retilíneas e algumas foram identificadas como côncavas. Suas bases são suavemente côncavas e demarcam os afluentes do Rio Sarapuí. As planícies aluviais presentes nesta unidade evidenciam também os processos denudacionais advindos da hidrografia local sob o embasamento sedimentar.

Dando procedência à metodologia de Ab'Sáber (1969), adentrando ao segundo nível de abordagem, que diz respeito à constituição cronomorfo genética do relevo, é necessário incluímos nesta análise os elementos paleoclimáticos que concederam sucessivos estágios evolutivos que se processaram sobre a paisagem moldando-a e instituindo suas características. Deste modo, o autor também propõe que se analise a estratigrafia dos depósitos correlativos, estabelecendo então possibilidades de interpretação de eventos incomuns no regime de sedimentação, além de observar

geomorfológicamente na paisagem feições antigas ou recentes, a fim de estabelecer o caráter cronogeomorfológico ao estudo.

Como já citado anteriormente no presente trabalho, Ab'Saber (1969) aponta que a macro-compartimentação geomorfológica que hoje se encontra no Brasil foi modelada a partir do período Cretáceo (145 Ma) e perdurou por todo período Cenozóico (66 Ma até os dias atuais), pois, a partir do processo de soerguimento da plataforma e epirogênese pós-cretácea, originaram-se os processos denominados por ele como circundenudacionais, em que as deposições perderam sua predominância para os processos denudacionais advindos da hidrografia regional que se instalou modelando os terrenos. Nota-se que esta afirmação se faz presente no modelado do Município de Tatuí, onde os processos circundenudacionais são mais visíveis como evidências cronogeomorfológicas que modelaram o terreno.

Deste modo, alguns autores afirmam que durante o período Quaternário ocorreram quatro glaciações mais intensas que influenciaram também a paisagem que predomina atualmente no município. Estas glaciações quaternárias apresentavam climas semiáridos frios e períodos interglaciais de clima úmido, assim, os períodos que apresentavam climas mais semiáridos fizeram com que a paisagem atual obtivesse uma menor dissecação, pois sua frequência de ocorrência era maior e haviam menores fatores erosivos do relevo mantendo a superfície menos esculpida pelos processos erosivos. Em oposição aos períodos semiáridos frios, os períodos interglaciais úmidos fizeram com que os processos erosivos se intensificassem com o aumento da precipitação, modelando o terreno em questão.

A força das redes de drenagem, com todos os fatores que as influenciaram, fizeram com que o modelado fosse suavemente esculpido por seus processos erosivos ao longo do tempo, e, durante os trabalhos de campo realizados para a pesquisa, foram avistadas algumas feições que evidenciam esses supracitados processos cronomorfológicos constituintes da paisagem, como formas de terraços aluviais, paleopavimentos e possíveis paleocanais.

Desta forma, as áreas menos elevadas da área de pesquisa se localizam próximas aos cursos fluviais principais dos rios Sorocaba, Sarapuí e Guarapó em suas planícies fluviais e terraços aluviais, demarcando a força erosiva dos rios na esculturação da

paisagem e dos processos circundenudacionais que atuaram ao longo do tempo. As unidades geológicas que as embasam, são predominantemente, a Formação Tatuí e o Grupo Itararé. Em uma visita de campo às adjacências dos Rios Sorocaba e Tatuí, foram identificadas áreas de terraços aluviais e que possivelmente formam paleocanais.

Figura 29. Terraço Aluvial do Rio Tatuí. Altitude: 523 m.



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019.

Segundo Stevaux & Latrubesse (2017, p. 298), os terraços aluviais são caracterizados por serem superfícies relativamente planas e em degraus formadas pela incisão de um canal numa planície aluvial ou no embasamento preexistente, e conseqüentemente, pela carga dos rios e pelo relevo propício à deposição de sedimentos, também podem ser uma antiga superfície de depósitos não consolidados, denominados como depósitos aluvionares – vide figura 10 (Mapa Geológico do Município de Tatuí-SP). Neste terraço aluvial do Rio Tatuí, foram encontradas evidências de que este local pode constituir um paleocanal, ou seja, o leito pretérito de um dos cursos atuais adjacentes a este terreno, e, sendo assim, fora elaborado também o perfil de elevação da referida área com o intuito de explicitar suas características.

Figura 30. Perfil de Elevação do Terraço Aluvial do Rio Tatuí.

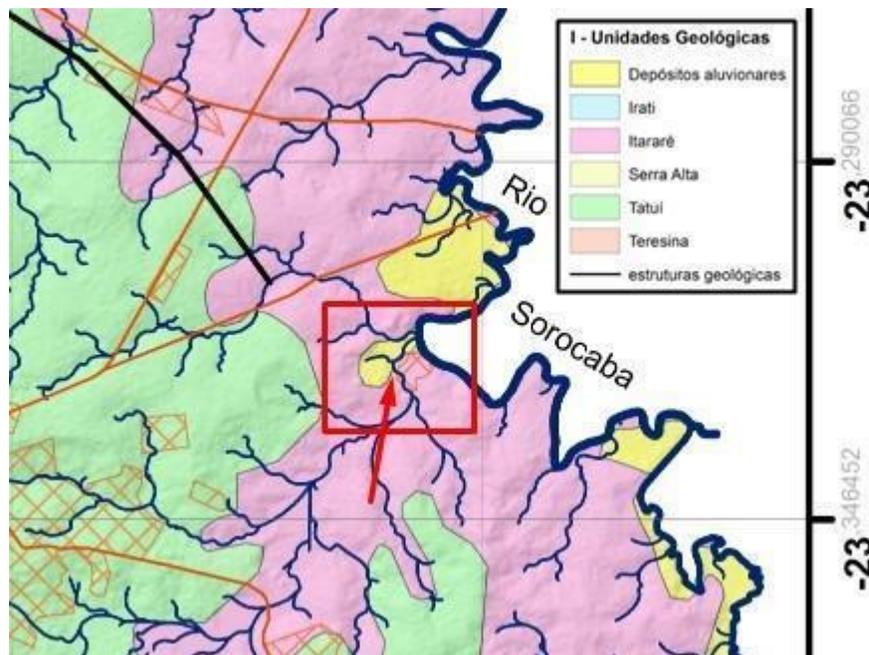


Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro – CNES/Airbus. (2019)

O perfil de elevação disposto acima evidencia o terraço aluvial do Rio Tatuí, uma superfície relativamente plana e em degraus, formadas pela incisão do canal do Rio Tatuí na planície aluvial, e que hipoteticamente constitui um paleocanal. A partir das imagens via satélite não foi possível a identificação de uma trajetória pretérita deste corpo d'água, mas a elevação do terreno em degraus contínuos pode indicar a existência deste paleocanal.

E para aplicar as considerações teóricas de Stevaux & Latrubesse (2017), fora também elaborada uma figura demonstrando o local da foto em sobreposição com o Mapa Geológico do Município de Tatuí – SP.

Figura 31. Localização do Perfil de Elevação do Terraço Aluvial do Rio Tatuí – (Recorte da Figura 10 Mapa Geológico do Município de Tatuí-SP)



Organização: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019.

O perfil de elevação traçado no local em questão, assim como o mapa geológico elaborado e a foto tirada em campo evidenciam os depósitos aluvionares que se instalaram na planície a partir dos cursos dos rios Tatuí e Sorocaba que conseqüentemente, com suas incisões, aplicaram ao terreno seus processos erosivos que modelaram o relevo, e, para demonstrar estes processos, em uma visita de campo, fotografamos o curso do Rio Sorocaba.

Figura 32. Curso do Rio Sorocaba no Município de Tatuí – SP



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019

A partir dos dados geológicos do CPRM (2012), foi possível identificar o litotipo dos sedimentos inconsolidados, os quais são areia, cascalho, silte e argila, provenientes do esculpimento dos rios sob o Grupo Itararé, que apresenta sua litologia constituída de Arenitos, Folhelhos, Diamictitos e Ritmitos, depositados em lagos glaciais continentais durante o período carbonífero.

Por fim, integrado aos níveis de abordagem geomorfológica de Ab'Sáber (1969), o último nível diz respeito à fisiologia da paisagem, que consiste em realizar uma análise através dos conhecimentos obtidos nos dois últimos níveis para entender a configuração atual em relação ao clima, envolvendo os processos pedogenéticos e morfoclimáticos atuais, incluindo também as ações antrópicas, ou seja, todos os elementos em atividade na presente evolução do relevo.

Sendo assim, buscando uma síntese integrada dos elementos constituintes da paisagem de forma sistêmica, é possível perceber uma notória degradação da paisagem em razão de tais processos que atuam transformando com suas relações.

A pedologia que ocorre no município – latossolos vermelhos e argissolos vermelho-amarelos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, s/d), que deriva das unidades litoestatigráficas do Grupo Itararé, Formação Irati, Formação Tatuí, Formação Teresina, Formação Serra Alta – faz com que haja um enorme interesse econômico advindo das indústrias cerâmicas pelos solos argilosos, e a instalação delas se faz presente em todo território municipal com diversos pontos de extração de argila para a produção de tijolos, telhas e afins, atividade esta que se configura como ação predatória ao meio natural por ser irreversível, e que conseqüentemente transforma o modelado a partir das alterações hidro-geomorfológicas, de cortes nas vertentes, da instauração de patamares erosivos em cavas de mineração, da supressão de vegetação e/ou impedimento de sua regeneração, etc. (PASCHOAL, 2010, p. 77; MECCHI & SANCHES, 2010)

Figura 33. Localidade das Cerâmicas no Município de Tatuí-SP (2019)

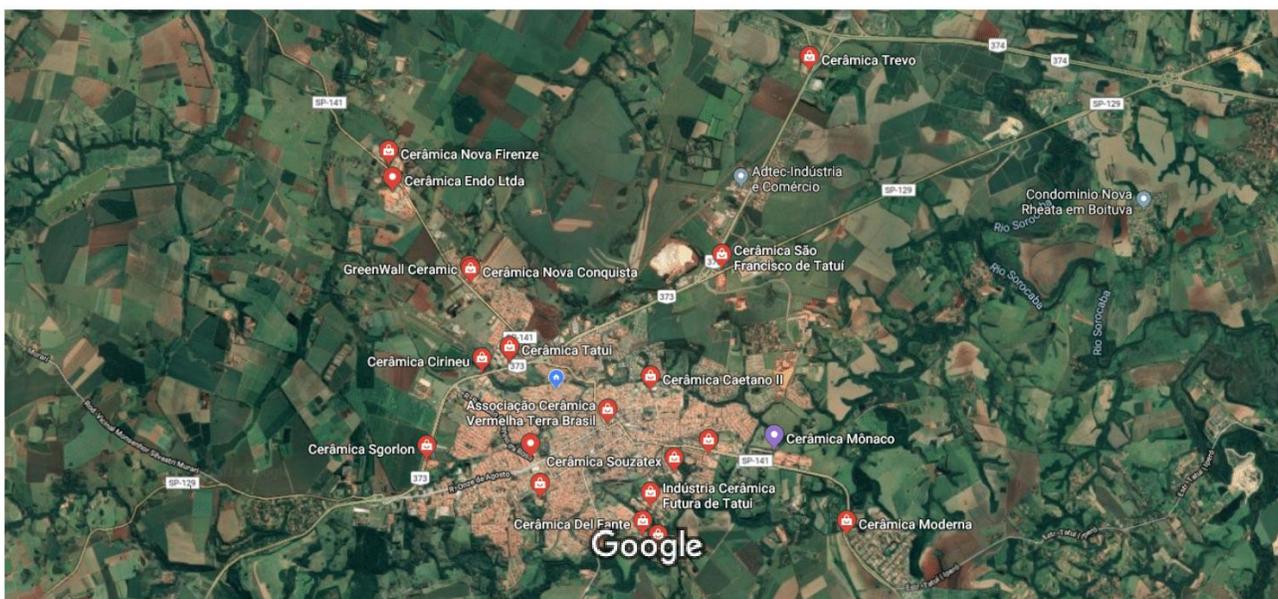
13/07/2019

Cerâmicas em Tatuí - Google Maps



Cerâmicas em Tatuí

Cerâmicas presentes no município de Tatuí - Foto Via Satélite (Google Maps)



Imagens ©2019 CNES / Airbus, Dados do mapa ©2019 2 km

Fonte: Google Maps. 2019. Image CNES / Airbus.

Através do recurso de localização das cerâmicas e posteriormente da sobreposição das imagens, é possível afirmar que elas estão alocadas sobre as unidades litoestratigráficas da Formação Tatuí, Irati e Teresina, as quais apresentam em siltitos, arenitos, folhelhos, calcários e silixitos em sua composição. Grande parte destes materiais são argilosos e apresentam plasticidade, e com isto se dá a razão para o estabelecimento das indústrias cerâmicas nestas localidades: o interesse pela extração de argila.

Em algumas visitas de campo foram evidenciados locais de mineração de argila pelas indústrias cerâmicas presentes no Município de Tatuí – SP, confirmando a presença das litologias e tipos de solo supracitados.

Figura 34. Área de Atividade de extração de Argila por uma indústria cerâmica.



AUTOR: ARRUDA, E. M. julho/2019

Segundo Grigoletti & Sattler (2003), na obtenção de argila, os maiores impactos decorrentes se referem ao desflorestamento da área de extração (além da extração de recursos não renováveis), que reflete diretamente à ecodinâmica do sistema climático, pedológico e geomorfológico, fazendo com que a área fique exposta de modo a intensificar os processos de degradação ambiental.

Deste modo, o clima subtropical úmido que ocorre no município, em conjunto à sua pedologia e aos fatores antrópicos que intervêm na paisagem fazem com que suas particularidades atuais se evidenciem. Sendo assim, as ações antrópicas advindas da

agricultura, da urbanização e das indústrias, atreladas aos processos morfogenéticos e pedogenéticos trouxeram ao município alguns problemas ambientais (os quais serão discutidos brevemente na análise ambiental do município de Tatuí), impactos ao meio natural e conseqüentemente algumas mudanças na fisiologia da paisagem.

Neste contexto, foi possível auferir um grande uso do solo decorrente das unidades agropecuárias em Tatuí, da qual a maior parte faz o cultivo de pastagens (16.526,30 ha), extensão que se amplia através da crescente demanda por este tipo de cultivo, resultante do avanço da bovinocultura. Conseqüentemente, o pisoteio animal nas pastagens acarreta em uma maior compactação do solo, que pode ser agravada pela retirada da vegetação pelo pastejo, diminuindo assim a taxa de infiltração de água, o crescimento das plantas e aumentando a susceptibilidade do terreno à erosão. Logo, com os trabalhos de campo realizados na área, puderam ser visualizados indícios de compactação do solo juntamente a formas erosivas da paisagem, como sulcos, ravinas e até formas mais erodidas, como voçorocas.

Além das pastagens, há também a grande presença de lavouras no município, que apesar de contribuírem à economia local, aceleram a degradação da paisagem com seus processos subseqüentes. Um dos primeiros impactos advindos desta atividade é a retirada da vegetação para o plantio, e é possível perceber uma enorme falta de vegetação nativa e de reflorestamento no município, o que acaba também por causar, conjuntamente ao manejo inadequado do solo, uma aceleração dos processos erosivos que modelam o relevo. Sendo assim, o solo com uma menor cobertura vegetal causa o aumento do escoamento superficial pela redução da rugosidade e da infiltração, que conseqüentemente gera a aceleração dos processos erosivos do solo e a veloz redução do manto de intemperismo.

Ainda intensificando mais os processos degradacionais erosivos, de acordo com os dados coletados pelo projeto LUPA (CATI/SAA, 2007/08), apenas 298 UPAs (unidades de produção agropecuária) (29,33% da quantidade total de UPAs) utilizam práticas de conservação de solo quando necessárias, fato que evidencia a precária preocupação com o solo por parte dos produtores agricultores no município, o que justamente acarreta em uma maior aproximação de um nível de entropia do sistema (irreversibilidade).

As ocupações irregulares em encostas, taludes, fundos de vales e em setores mais próximos aos cursos fluviais também se fazem presentes colocando a população residente, assim como o meio natural em uma situação de vulnerabilidade. Já houveram ocorrências de inundações, alagamentos e maiores movimentos de massa em bairros próximos à cursos fluviais em épocas de maior pluviosidade, evidência que aponta para ocupações em áreas irregulares – que conseqüentemente causam maior impermeabilização do solo - e para um sistema de drenagem urbana deficiente, que acabam por modificar a paisagem com seus processos posteriores.

Figura 35. Ocupações irregulares em taludes expostos próximos ao Córrego Matadouro Velho, no município de Tatuí, classificando área de risco.



Autor: MACHADO JUNIOR, C. (2019)

Como já dito anteriormente no primeiro nível de abordagem de Ab'Sáber (1969) sobre a Unidade V de Relevo, grande parte da malha urbana do município encontra-se alocada aos interflúvios com vales bastante aprofundados e vertentes retilíneas a côncavas, fato que juntamente ao sistema de escoamento superficial deficiente leva à sobrecarga dos leitos fluviais em épocas de maiores pluviosidades, podendo causar maiores movimentos de massa e alagamentos que potencializam a vulnerabilidade ambiental e social.

Deste modo, há evidências de que os inadequados tipos de ocupação do solo trazem más consequências à paisagem e conseqüentemente à população residente, e é de grande importância a nós, geógrafos, traçarmos uma análise crítica através dos fatos que nos são apresentados, tanto físicos como antrópicos.

As ocupações irregulares em encostas, taludes expostos, fundos de vale e terraços aluviais sempre se fizeram presentes nas cidades brasileiras, e a maior parte delas advém da existência/resistência dos grupos sociais excluídos da sociedade, ou seja, aqueles que não possuem renda para pagar o aluguel de uma habitação em local adequado e muito menos para comprar ou construir um imóvel em local adequado.

De modo conseqüente, a estes grupos desprovidos de ajuda estatal, ao lado do desemprego decorrente de uma sociedade excludente, restam como moradia os cortiços e sistemas de autoconstrução em locais irregulares de ocupação trazendo a estes uma situação quase que irreversível de vulnerabilidade social, que remete também à potencialização da vulnerabilidade ambiental à degradação.

Além disto, os grupos de classe média com um pequeno poder aquisitivo são atraídos à compra de terrenos em locais menos adequados para ocupação pela redução de seus preços comparados aos terrenos de locais mais adequados à ocupação e mais valorizados, isto por conseguinte acarreta em uma maior ocupação de vertentes mais declives, que juntamente à impermeabilização do solo e de um sistema de drenagem deficiente, sobrecarregam os cursos fluviais intensificando a erodibilidade e a propensão a maiores movimentos de massa que afetarão os grupos sociais que residem nas áreas de várzea além da maior vulnerabilidade da paisagem, seguindo um caminho gradual à entropia (irreversibilidade de degradação) do sistema.

E, como dito, há alguns relatos evidenciando a degradação da paisagem que se intensificam com as derivações antropogênicas, como a queda de pontes pelo aumento da carga fluvial do Córrego Matadouro Velho.

Figura 36. Ponte derrubada pela sobrecarga do Rio Tatuí causada pela impermeabilização do solo e pela alta pluviosidade da época (2017).



Autor: Vander Marques Junior/TV TEM (2017). Disponível em <<http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2017/01/prefeitura-de-tatui-decreta-estado-de-emergencia-apos-principal-ponte-cair.html>>. Acesso em 30 de julho de 2019.

Por conseguinte, pode-se concluir que a paisagem do município de Tatuí é modificada por toda a dinâmica de seus constituintes, e as ações antrópicas presentes intensificam os processos de degradação desta unidade. Logo, os processos quaternários são agravados pela atividade humana, como o aumento de erosão pela falta de manejo correto do solo em conjunto com o cultivo de pastagens, o crescimento da bovinocultura e o pisoteio animal combinado à períodos de alta pluviosidade, a extração de argila, a impermeabilização do solo nas vertentes, vales e áreas de terraço, as ocupações irregulares em locais de risco, o sistema de escoamento deficiente e a falta de vegetação remanescente.

Para finalizar a caracterização geomorfológica, utilizando-se das metodologias propostas por Ab'Sáber (1969) e Ross (1992), foi elaborada uma tabela integrando as análises e caracterizações da área de estudo.

Tabela 5. Síntese dos Níveis Taxonômicos e de Abordagem referentes à área de estudo.

Níveis Taxonômicos (J. Ross, 1992)	Elementos Correspondentes à Taxonomia	Níveis de Abordagem (Ab'Sáber, 1969)	Considerações Sobre a área de estudo.
1º Taxon	Bacia Sedimentar do Paraná.	1º) Compartimentação da topografia regional, implicações tectônico-estruturais.	Evolução da Bacia Sedimentar do Paraná. Influência de estruturas geológicas pré-cambrianas e mesozóicas na compartimentação do relevo.
2º Taxon	Depressão Periférica Paulista.		
3º Taxon	Padrão em Colinas, Interflúvios com topos convexos.	2º) Influências Paleoclimáticas, Formas de relevo e depósitos cenozóicos.	Superfícies de aplainamento, Paleopavimentos. Knickpoints. Exumação de antigas estruturas. Evolução da Depressão Periférica Paulista.
4º Taxon	Formas de Colinas, Planícies e Escarpas.		
5º Taxon	Vertentes Convexas, Retilíneas e Côncavas.	3º) Derivações Antropogenéticas, Ações da Hidrodinâmica atual.	Formas e processos erosivos decorrentes do inadequado uso do solo sem planejamento e conservação.
6º Taxon	Sulcos e Ravinas.		

7.2 Análise da Rede de drenagem

O padrão de drenagem predominante no recorte espacial pode ser classificado como dendrítico, pois possui uma forma “[...] de uma árvore com a ramificação invertida, com os galhos sendo os cursos iniciais, confluindo para um sistema coletor principal. Esse desenho de drenagem “ideal” é classificado como uma rede de drenagem dendrítica.” (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 69). Esse tipo de padrão de drenagem evidencia, de acordo com Stevaux, Latrubesse (2017) e Christofolletti (1974) a presença de rochas sedimentares horizontais, estruturas de resistência uniforme ou de rochas cristalinas, comprovando assim a presença das referidas litologias que ocorrem no município, classificadas como sedimentares. Os rios Tatuí, Sarapuí e Guarapó, afluentes do Rio Sorocaba que banham o município de Tatuí, de acordo com as definições de Christofolletti (1974; p. 102), apresentam drenagem endorréica, com suas jusantes se voltando para o interior do continente juntamente ao Rio Tietê.

Sobre os valores dos índices morfométricos aplicados no Rio Tatuí, mais especificamente os índices KSN e SL index, a partir da metodologia descrita anteriormente os seguintes dados foram obtidos (Tabelas x e X).

Tabela 6. Valores obtidos para a definição do valor do índice Kns

Altitude	Comprimento (m)	Comprimento Acumulado	Valor do Pixel	Área acumulada (m)	Declividade de	Concavidade	Índice Ksn
740	54,12	54,12	17	14774,1968	13,67	0,34	357,69
730	301,32	355,44	53	46060,7312	2,42	0,34	93,29
720	334,7	690,14	117	101681,2368	2,15	0,34	108,43
710	755,64	1445,78	493	428451,7072	0,94	0,34	77,23
700	93,32	1539,1	1098	954239,2992	7,50	0,34	809,48
690	371,85	1910,95	1126	978573,2704	1,86	0,34	201,97

680	54,2	1965,15	1315	1142827,576	12,55	0,34	1439,54
670	337,36	2302,51	1333	1158470,843	1,99	0,34	228,93
660	514,06	2816,57	1464	1272319,066	1,28	0,34	152,79
650	1611,72	4428,29	1866	1621685,366	0,40	0,34	52,12
640	1189,41	5617,7	2688	2336061,235	0,54	0,34	78,73
630	1197,01	6814,71	12664	11005907,55	0,53	0,34	130,44
620	1185,16	7999,87	22680	19710516,67	0,52	0,34	158,06
610	7140,26	15140,13	30111	26168578,81	0,09	0,34	28,42
600	4251,63	19391,76	70157	60971372,05	0,14	0,34	62,59
590	5065,83	24457,59	80815	70233924,38	0,12	0,34	54,20
580	4804,55	29262,14	131092	113928176,9	0,12	0,34	66,23
570	6127,65	35389,79	178610	155224664,1	0,09	0,34	56,69
560	6883,34	42273,13	212081	184313319,5	0,08	0,34	52,56
550	9859,3	52132,43	325961	283283056,7	0,06	0,34	41,71
540	923,72	53056,15	367043	318986206,8	0,58	0,34	455,13
530	5429,16	58485,31	430159	373838454,2	0,10	0,34	80,22

Tabela 7. Valores obtidos para a definição do valor do índice SL

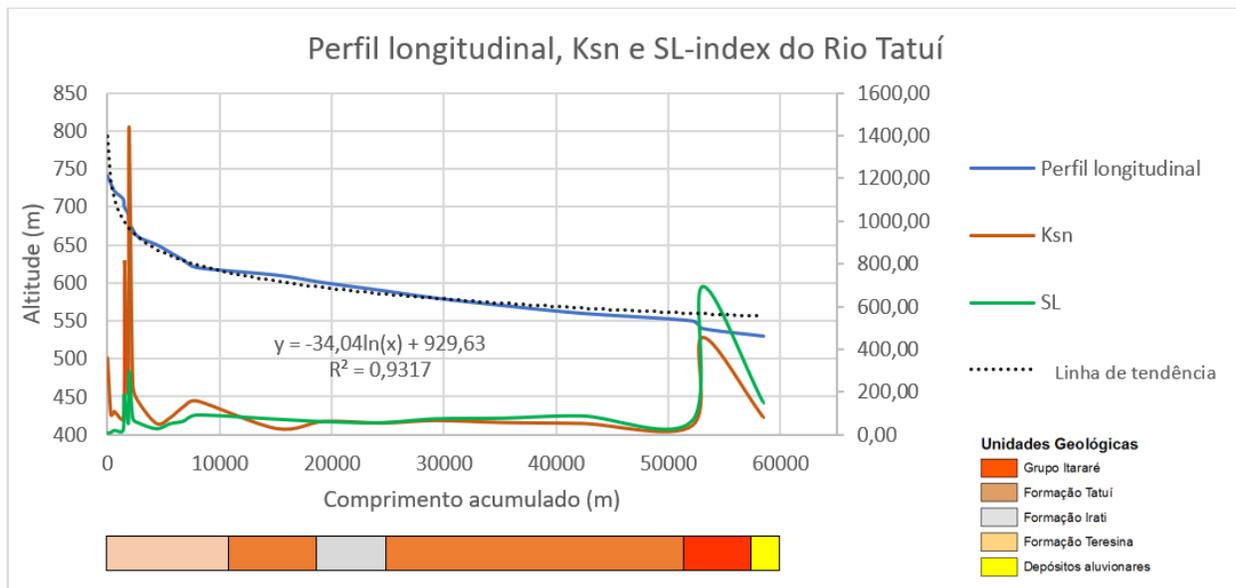
Altitude	ΔH (equidistância)	Comprimento (m)	Comprimento Acumulado	Distância entre curvas	SL-index
740	10	54,12	54,12	51,76	10,46
730	10	301,32	355,44	265,39	13,39
720	10	334,7	690,14	296,87	23,25
710	10	755,64	1445,78	600,56	24,07
700	10	93,32	1539,1	81,56	188,71
690	10	371,85	1910,95	341,12	56,02
680	10	54,2	1965,15	65,78	298,75
670	10	337,36	2302,51	288,75	79,74
660	10	514,06	2816,57	489,61	57,53
650	10	1611,72	4428,29	1456,55	30,40
640	10	1189,41	5617,7	1043,59	53,83
630	10	1197,01	6814,71	1037,93	65,66
620	10	1185,16	7999,87	845,97	94,56
610	10	7140,26	15140,13	2014,48	75,16

600	10	4251,63	19391,76	3032,88	63,94
590	10	5065,83	24457,59	4155,43	58,86
580	10	4804,55	29262,14	3806,76	76,87
570	10	6127,65	35389,79	4419,64	80,07
560	10	6883,34	42273,13	4663,67	90,64
550	10	9859,3	52132,43	7724,94	67,49
540	10	923,72	53056,15	763,39	695,01
530	10	5429,16	58485,31	3870,57	151,10

A partir dos valores obtidos, os mesmos foram plotados no perfil longitudinal sintetizados na figura 36, revelando diferentes influências dos elementos da paisagem na configuração de seu canal atual. Com relação ao perfil longitudinal, verificou-se que a linha de tendência é muito parecida com o perfil obtido pela dados, e o valor 0,9317 de fato constitui um valor que demonstra similaridade entre esses indicadores, e como o rio perfil está em constante evolução frente à suas características geomorfológicas. No entanto, mesmo discretamente, observa-se que em três setores o perfil longitudinal difere da linha de tendência. No setor à montante do rio, próximo à altitude entre 700 e 620 metros, associados do setor escapado já mencionado anteriormente, onde o canal do Rio Tatuí apresenta uma área de inflexões, em camadas da Formação Teresina. O segundo ponto pode ser observado na distância de 25 km, em uma altitude de 600 metros, no contato entre as Formações Tatuí e Irati. Já onde o terceiro setor onde o perfil longitudinal diverge da linha de tendência refere-se ao à baixa bacia, próximo à confluência com o Rio Sorocaba, no qual deságua. É comum surgir dúvidas quanto à aplicação desses índices nos setores de confluência, em função do alto valor do pixel no dado de direção acumulada, principalmente em função da planície, mas vale a pena a referência de que a forte atuação da dissecação do rio nível de base regional, também pode ser uma

interpretação a ser considerada, exigindo, no entanto, algumas análises complementares que sustentem essa hipótese.

Figura 37. Perfil longitudinal e índices Ksn e SL do Rio Tatuí.



A partir das informações verificadas no gráfico, constata-se boa correlação entre os índices Ksn e SL-index, e que permitem reflexões sobre seus valores. De modo geral, sempre se busca a partir das anomalias uma explicação mais relacionada à influência da tectônica ao canal fluvial, mas na área nota-se que o controle estrutural está mais relacionado à erosão regressiva das camadas da Formação Teresina, bem como o contato litológico, verificando o papel da dissecação do relevo como processo de definição das características da rede de drenagem, e formação de knickpoints observados no gráfico acima. No entanto, o controle tectônico não pode ser desconsiderado uma vez que grande parte do médio curso e parte do alto curso do Rio Tatuí encontra-se em um vale posicionado em uma falha mapeada pelo CPRM e observada no setor de relevo escarpado apontado nos mapas.

Ainda sobre os aspectos morfoestruturais que influenciam o relevo e a rede de drenagem do município tem-se as intrusões locais e que não apareceram nos mapeamentos consultados. A partir de um trabalho de campo realizado nas imediações da represa de uma pequena central hidrelétrica que comporta o Rio Sorocaba no município de Tatuí, foi possível notar a presença de um dique de diabásios (qual a figura

abaixo demonstra) que certamente exerceram um controle estrutural na paisagem, com interflúvios mais elevados e impondo uma inflexão do curso do Rio Sorocaba, sendo que a pequena escarpa constituída deste litotipo exerce sua força passiva (resistência) sob os processos erosivos advindos ao longo da evolução desse rio.

Figura 38. Afloramento 1 – Diabásios

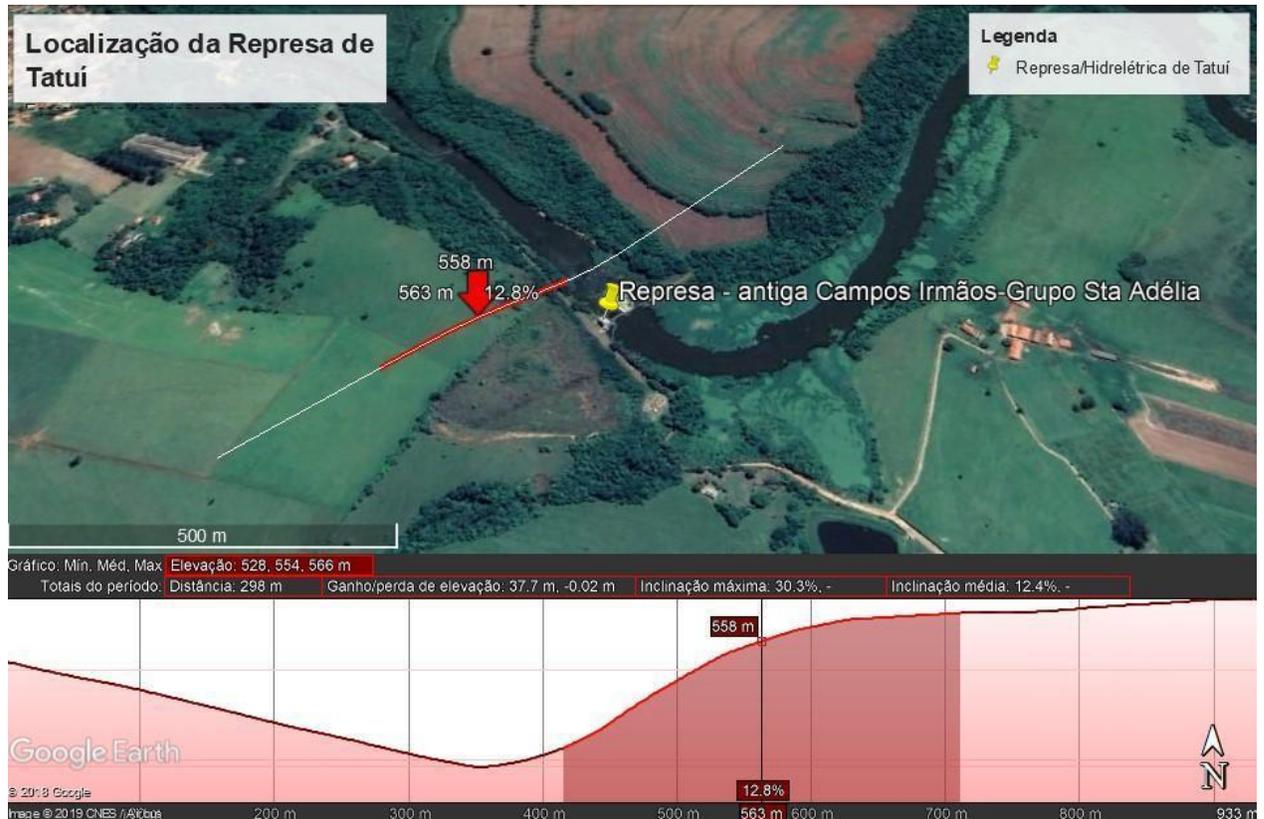


Autor: ARRUDA, E. M. julho/2019

Deste modo, a partir das sínteses bibliográficas e dos trabalhos de campo, decidiu-se traçar uma hipótese acerca da orientação do curso do Rio Sorocaba. Ao delimitar o município de Tatuí em sentido Oeste, nota-se que o Rio Sorocaba mudou seu curso com uma nova orientação para o Norte, e, desta forma, ao visitarmos o local exato onde seu curso é deferido para outra orientação, encontramos diques de diabásio (Figura 38), os

quais foram preteritamente extraídos e utilizados para a construção de uma pequena hidrelétrica/represa que comporta o Rio Sorocaba (vide figura 39).

Figura 39. Localização da Represa e Perfil de Elevação da Escarpa de Diabásios.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. Fonte: Google Earth Pro. CNES/Airbus. 2019.

Visto que os diabásios são rochas ígneas e apresentam uma maior resistência aos processos erosivos trazidos tanto pela dinâmica hidrológica, quanto pelos processos climáticos, é provável que o curso do Rio Sorocaba tenha sido alterado em razão de sua resistência, mudando sua orientação em direção ao Norte.

Ao nos aproximarmos da represa, notamos um afloramento exposto indicando a sua possível extração a partir da mineração. A figura abaixo mostra outro afloramento da mesma escarpa que hipoteticamente alterou a orientação do Rio Sorocaba.

Figura 40. Afloramento 2: Corte de Extração de Diabásio



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019.

Ao observarmos a represa que comporta o Rio Sorocaba ao lado da escarpa constituída de diabásio, foi possível perceber que sua base é constituída de blocos de diabásio, os quais provavelmente foram extraídos do afloramento em questão.

7.3 Problemas Ambientais

Ao princípio, através de pesquisas e trabalhos de campo realizados na área de estudo foi possível identificar alguns problemas ambientais ocorrentes, os quais serão listados e posteriormente discutidos mediante às análises, visando a redução de danos ambientais, contribuindo assim para que um plano de manejo/gestão dos recursos naturais seja desenvolvido e/ou aprimorado. Ao todo, de forma geral foram identificados 6 problemas ambientais, todos eles relacionados com as intensas ações antrópicas predatórias que modificam a dinâmica geossistêmica do município, alguns de forma leve, mediana, e outros de forma grave.

7.3.1 Despejos de Efluentes Domésticos e Industriais

Um dos principais canais de drenagem presentes no perímetro urbano, denominado como córrego Matadouro Velho e conhecido pelos moradores da cidade como “Ribeirão do Manduca” é um afluente do Rio Tatuí que ao longo dos anos, juntamente com outros mananciais de contribuição à represa de captação vêm apresentando enchentes, inundações e problemas relacionados ao lançamento direto de efluentes domésticos e industriais. As enchentes e inundações são também consequência da impermeabilização do solo que domina seus entornos, dada pelas construções urbanas presentes em seus arredores. Preteritamente, este córrego já passou por diversos processos de assoreamento e de represamento para a geração de energia destinada às fábricas têxteis próximas de sua localização.

Figura 41. Tubulação instalada em talude para o despejo de efluentes domésticos em curso d'água.



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019.

Durante a visita ao local, foi possível sentir um odor característico e não tão intenso, assim como visualizar objetos dispostos ao longo do curso do córrego, como garrafas e sacolas plásticas, pneus, entre outros dejetos domésticos. Além disto, a coloração da água é escura e os fatos evidenciam uma possível poluição do tributário, o que pode conseqüentemente acarretar na obstrução dos canais, alagamentos e inundações em épocas de maior pluviosidade, podendo provocar riscos à população que reside nas adjacências do curso fluvial, tal como a proliferação de doenças através dos vetores, a inundação das casas e das vias de trânsito.

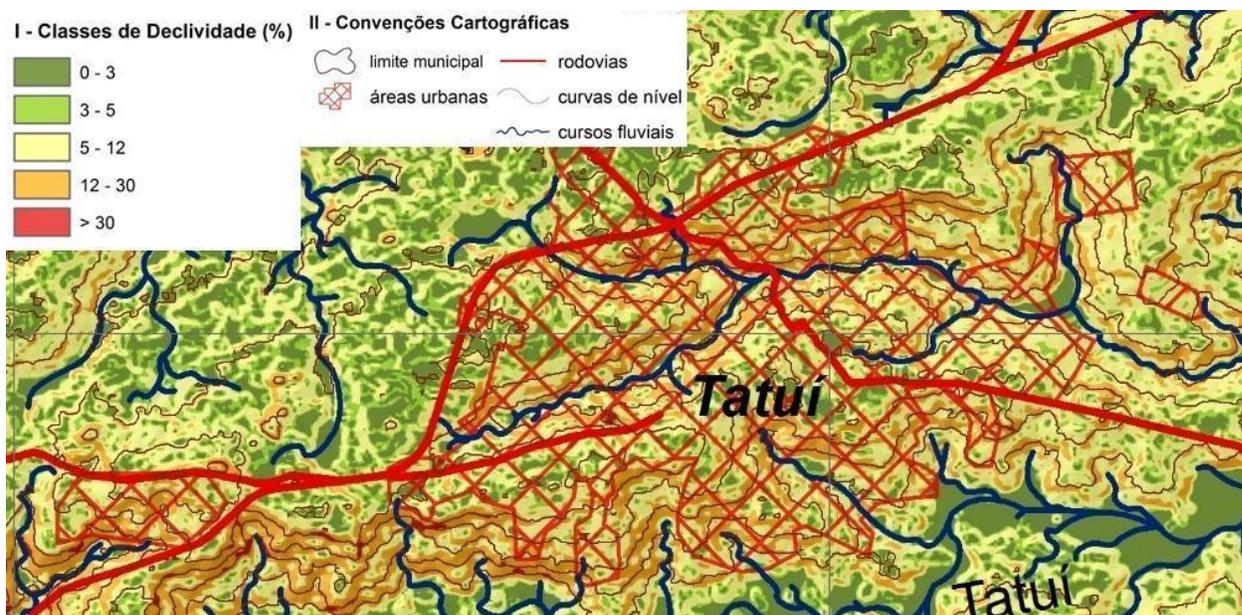
É possível também visualizar diversas tubulações instaladas nos taludes à margem do Córrego Matadouro Velho, em Tatuí-SP, tal como presenciar o despejo de dejetos domésticos por estas tubulações. O odor característico e não tão pungente evidencia a provável poluição deste tributário, fator que deverá ser tratado com as adequadas medidas para a recuperação/proteção do mesmo.

Além deste córrego, há outros tributários no município que apresentam as supracitadas características que evidenciam a sua poluição, em que medidas protecionistas devem ser tomadas para que não se intensifique o nível de degradação ambiental, levando à entropia do sistema.

7.3.2 Impermeabilização do Solo & Sistema de escoamento Deficiente

A rede de drenagem que abastece o município de Tatuí, como dito anteriormente, vêm apresentando ao longo dos anos um grande número de enchentes e inundações em conjunto com o alagamento de alguns perímetros urbanos, evidência que aponta para o déficit do sistema de escoamento e para alguns outros fatores que intensificam a degradação da paisagem. A impermeabilização do solo que ocorre às margens dos cursos dos rios é um fator bastante ocorrente no município pelo desenvolvimento urbano. Os bairros alocados às vertentes mais declives e próximas aos cursos fluviais são os que mais sofrem com as inundações providas dos cursos fluviais, e conseqüentemente são o fator que contribui para que isto aconteça.

Figura 42. Recorte do Mapa de Declividade evidenciando as vertentes declines ocupadas pela malha urbana.



Org.: MACHADO JUNIOR, C. 2019.

Como descrito na caracterização geomorfológica do município, grande parte da área urbana do Município ocupa as vertentes declines situadas próximas aos cursos fluviais. Estas vertentes, de acordo com o Mapa de Declividade, apresentam declividades percentuais predominantes de 12 a 30%, e, junto ao déficit do sistema de escoamento superficial e à impermeabilização do solo decorrente da crescente urbanização, causam problemas como enchentes e inundações, levando a população destas adjacências à uma situação de vulnerabilidade sócio-ambiental.

Deste modo, o processo de urbanização e as mudanças provenientes do uso do solo, como a remoção de vegetação - que desprotege os cursos fluviais e diminui a evapotranspiração e a infiltração da água - e a impermeabilização do solo que impossibilita a infiltração das águas pluviais, causam um dos impactos antrópicos mais significativos no ciclo hidrológico, particularmente sobre os processos como infiltração e armazenagem nos cursos d'água e fluxo fluvial. (BRAGA, 2003, p. 114)

Segundo Stevaux & Latrubesse (2017) este fenômeno (urbanização das bacias/impermeabilização do solo) age frequentemente como um fator intensificador das cheias pela mudança de suas variáveis (estoque, infiltração e escoamento), e de acordo

com Ward & Robinson (2000, apud. STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 90), a intensidade com que as especificidades da cheia são alteradas pelo processo de urbanização depende da natureza da modificação da superfície urbana, do sistema de drenagem urbano das águas pluviais e do clima, ou seja, dos fatores que interagem diretamente no processo de escoamento.

A insuficiência de planejamento quanto à expansão e desenvolvimento das cidades e dos perímetros urbanos, na verdade, garante o “planejamento” para a degradação dos meios naturais, reprimindo sua recuperação e aumentando os custos deste processo. (PEDRON et al., 2007)

O córrego Matadouro Velho atravessa a cidade de leste a oeste dissecando a paisagem em uma curvatura côncava em meio a vertentes convexas e retilíneas ocupadas pela urbanização, o que nos dá a ideia de que seu talvegue entalhou a paisagem referida constituindo sua forma. Dada sua configuração, é perceptível que praticamente todo o escoamento superficial do perímetro urbano provindo das vertentes de suas adjacências recorre ao seu relevo inferior, causando assim, juntamente com a impermeabilização do solo, a obstrução do canal e o lançamento direto de efluentes domésticos e industriais, as enchentes e inundações que prejudicam o espaço ao seu redor e de modo conseguinte a população que reside nesta área.

7.3.3 Arborização Urbana

Atualmente, 73,2% das vias públicas do município são arborizadas (IBGE, 2010), fato que nos leva a pensar que há um pequeno déficit de arborização nos perímetros urbanos, podendo se configurar como um problema ambiental. A importância da arborização urbana se caracteriza pelos benefícios que as árvores oferecem à população e ao meio natural, os quais se estendem desde o conforto térmico e bem estar psicológico dos seres humanos até às dinâmicas ambientais indispensáveis para a regulação e correto funcionamento dos ecossistemas, logo, a falta deste elemento na urbanização traz más consequências à população e à paisagem, como alterações no clima, nos percentuais de pluviosidade, na umidade do ar, na biodiversidade da flora e da fauna, na permeabilidade do solo etc.

De acordo com Cadornin & Mello (2011), o aumento da taxa de arborização urbana em uma cidade pode atuar amenizando os efeitos causados pelos processos de urbanização. Ou seja, tem a capacidade de reduzir a poluição sonora e atmosférica, diminuir os efeitos da ilha de calor melhorando assim o microclima, fornece alimento e abrigo para as aves e insetos colaborando assim para a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas, e fazer parte do ciclo hidrológico auxiliando o controle de enchentes e inundações.

7.3.4 Pisoteio Animal & Degradação do Solo

A grande força da agropecuária no município de Tatuí é demarcada pela grande presença da bovinocultura e (consequentemente) das pastagens, que trazem alguns malefícios e problemas ambientais que agravam a fisiologia da paisagem fazendo com que os processos quaternários se intensifiquem devido ao manejo e do uso incorreto do solo, os quais foram identificados durante os trabalhos de campo realizados na área em questão. Deste modo, o levantamento de dados prévios referentes aos tipos de solos, clima e elementos agropecuários, juntamente com as visitas de campo nos serviram como base para a realização das análises referentes a estes supracitados processos degradacionais do ambiente.

A grande parte dos estabelecimentos agropecuários situam-se sobre Latossolos, solo que apresenta moderado grau de resistência a erosão (PLANO DIRETOR DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL, 2011), mas, devido ao incorreto manejo/uso do solo, alguns processos quaternários erosivos vêm se intensificando nesta unidade municipal. Com os trabalhos de campo realizados na área em questão foi possível identificar alguns pontos em que o pisoteio animal, juntamente ao incorreto manejo do solo e às alterações morfoclimáticas causaram a compactação e a desagregação no solo, ocasionando efeitos negativos sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas, podendo, a longo prazo, contribuir até para a irreversão da degradação destes solos e da vegetação, produzindo áreas susceptíveis ao processo de desertificação.

O pisoteio animal, agregado à pedogênese local, às alterações morfoclimáticas e às derivações antropogênicas (manejo/uso incorreto do solo), sobre as pastagens pode acarretar em uma maior compactação do solo em épocas de maiores pluviosidades, que

pode ser intensificada pelo pastejo, que reduz a vegetação, diminuindo assim a taxa permeabilidade do solo, o crescimento radial das plantas e aumenta a erodibilidade do terreno, evidenciada pelas formas erosivas da paisagem.

Nas figuras abaixo é possível visualizar alguns campos de pastagens alteradas pelo pisoteio animal e pelo pastejo.

Figura 43. Terreno degradado pelo pisoteio do gado em conjunto com as alterações morfoclimáticas e pedogenéticas no município de Tatuí – SP



Autor: MACHADO JUNIOR, C. (2019)

A foto evidencia a presença da formação de alguns sulcos erosivos ao lado das cercas em locais onde não mais ocorre o crescimento das plantas, fato que se dá pela maior exposição do solo ao intemperismo, decorrente do pastejo dos animais integrado

ao pisoteio. Aparentemente, as práticas de manejo conservativo do solo não são executadas nestes pontos pelo fato das formas erosivas estarem se intensificando.

Neste local visitado, foram identificados diversos graus de degradação do solo, os quais estão e foram preteritamente expostos ao pastejo e ao pisoteio animal e susceptíveis ao intenso escoamento superficial e retirada da cobertura superficial.

Figura 44. Pastagem com processos erosivos se intensificando



Autor: MACHADO JUNIOR, C. julho/2019

Na imagem acima podemos auferir um local de pastagem onde as feições erosivas estão visivelmente se intensificando. É possível perceber a exposição do solo aos processos de intemperismo devido ao pisoteio e do pastejo animal, onde não mais ocorre o crescimento radial das plantas, fator decorrente destas mesmas atividades. A compactação deste solo também foi evidente durante a visita ao local, mas segundo Marchão et al. (2007), é necessário ressaltar que o processo de compactação depende principalmente da classe do solo e dos seus elementos que o constituem, da taxa de lotação animal, etc.

Assim, torna-se necessário a aplicação de técnicas avançadas de pesquisa no Município de Tatuí para o reconhecimento dos níveis de degradação do solo causadas pelo pisoteio animal e pelos agentes da dinâmica da paisagem.

7.3.5 Descarte de Resíduos Sólidos Urbanos/Lixo

No município de Tatuí, os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, definidos pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Tatuí (2013) atualmente são enviados ao aterro sanitário privado localizado no município de Cesário Lange - SP, em vista do fechamento do aterro sanitário de Tatuí (localizado na estrada municipal de Tatuí/Boituva-SP Km 7, Bairro Americana) por meio de seu esgotamento, que decorreu dos anos 2014 a 2017.

Este aterro sanitário de Tatuí veio, ao longo dos anos, com o seu gradual preenchimento, apresentando alguns problemas ambientais por meio da adoção de medidas básicas emergenciais, como a abertura de valas para lançamento dos resíduos sólidos, execução de cobertura diária das valas para evitar a proliferação de vetores de doenças, cerceamentos da área para evitar a ação de catadores de resíduos e construção de diques e valetas para evitar que as águas pluviais entrassem ou saíssem do local, contaminando corpos d'água. De acordo com seu diagnóstico final, elaborado pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Tatuí, devido à falta de drenagem de percolados (chorume), particularmente nos períodos de maiores taxas de pluviosidade, alguns taludes começaram a apresentar o afloramento de percolados, e a ausência do dreno de gases fez com que estes percorressem pelos intervalos dos resíduos até a sua liberação para a atmosfera, dando assim, o odor característico desta

área de deposição de RSUs. A vegetação ao seu entorno pode ser classificada como descaracterizada com relação às atividades que se expandem nesta área, como mineração, cultivo agrícola, pastagens e demais atividades rurais.

Mas, apesar das atividades de coletas semanais dos RSUs, alguns moradores fazem a deposição destes materiais em locais inadequados e em dias diferentes dos definidos pelo sistema de coleta, o que pode levar à atração de vetores de doenças, liberação de resíduos tóxicos poluentes da atmosfera, do solo, dos lençóis freáticos e dos mananciais, e, com o decorrer do tempo, estas atividades causarão a poluição e a vulnerabilidade do sistema em que estão inseridos, contribuindo cada vez mais para uma situação de irreversibilidade de degradação.

Em algumas visitas de campo foram encontrados resíduos sólidos urbanos dispostos em locais inadequados, como em estradas rurais, cursos d'água, lagos e encostas, evidenciando os processos de degradação advindos das derivações antropogênicas, que afetam a dinâmica *geossistêmica* da paisagem.

Figura 45. Locais com descarte de lixo inadequado – Município de Tatuí (2019)



Autor: MACHADO JUNIOR, C. (2019)

As imagens acima mostram o descarte de RSU's em locais inadequados. À esquerda, numa estrada rural foram evidenciados resíduos sólidos como: entulhos, lixos domésticos, pneus de automóveis, eletrodomésticos, etc. À direita, próximo ao curso do Córrego Matadouro Velho, estavam dispostos em sua maioria, lixos domésticos, móveis quebrados e entulhos, que provavelmente podem gerar e/ou agravar as inundações e enchentes, levando à população dos locais adjacentes o risco de doenças pela atração de vetores e liberação de resíduos tóxicos no corpo d'água.

Medidas como descarte de RSU's em locais adequados, orientação/educação ambiental da população e a retirada dos materiais destes locais deverão ser providenciadas para a redução da degradação ambiental e também dos níveis de vulnerabilidade sócio-ambientais.

7.3.6 Mineração de Argila & Impactos Ambientais

Como mencionado anteriormente neste trabalho, há uma grande ocorrência de atividades de extração de Argila pelas indústrias cerâmicas no Município de Tatuí, e, conseqüentemente, estas atividades se configuram como um problema ambiental pois referem-se à extração de materiais/recursos não renováveis, além de causarem outros processos que levam a paisagem à degradação.

Segundo Moreira (2014), estão instaladas 39 (trinta e nove) indústrias cerâmicas no município em conjunto com os "barreiros" (áreas de extração de argila), que se localizam em diversos pontos do município, pois os argissolos e latossolos que ocorrem nesta área são a matéria-prima para a atividade de produção ceramista, e logo após a total extração das camadas mais ricas em argila, o local é abandonado, causando decorrentes impactos à dinâmica paisagística. Ainda de acordo com o autor, muitas destas áreas não foram totalmente recuperadas, e necessitam adentrar em um processo de reconstituição de acordo com as leis de impactos ambientais.

De acordo com Regensburger (2004), a mineração é caracterizada como a extração, elaboração e beneficiamento através de minerais que estão dispostos em estado natural, incluindo a exploração das minas subterrâneas e a céu aberto, os poços e pedreiras, com todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios

e outros materiais em bruto. Mas, além disto, a mineração requer responsabilidade social, levando em consideração a questão do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2002).

As formas de relevo locais também são modificadas devido à extração de argila e aos acúmulos de rejeitos oriundos dela, e podem resultar num grande leque de outras alterações indiretas, como no caso dos processos morfológicos presentes na paisagem, que abrangem mudanças de direção de fluxos das águas de escoamento superficial, retirada de vegetação, etc. fazendo com que as áreas que estão sob os efeitos erosivos se transformem em ambientes de deposição ou vice-versa, (ANJOS et al., s/d apud MELLO et al, 2017) como é o caso dos locais abaixo.

Figura 46. Barreiro desativado não recuperado no Bairro Queimador e formação de lago de águas pluviais em 2014.



Autor: MOREIRA, A. H. (2014)

Na imagem acima podemos auferir um local de extração de argila desativado no Bairro Queimador, no Município de Tatuí em 2014, onde os processos erosivos que atuam nesta área intensificaram os processos de degradação da paisagem gerando um local de deposição.

Neste mesmo bairro, de acordo com Moreira (2014), existem outros Barreiros que estavam em processo de recuperação, mediados pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Tatuí com o reflorestamento de espécies nativas diversificadas.

Figura 47. Área de barreiro desativado com plantação de vegetação arbórea no Bairro Queimador.



Autor: MOREIRA, A. H. (2014)

De acordo com o autor (2014), o Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Tatuí orientou

“[...] o plantio de espécies pioneiras que apresentam crescimento rápido e espécies climáticas (vegetação potencial, correspondente à vegetação primitiva de um local, antes da sua alteração pelo homem), sendo estas apresentadas por um crescimento mais lento, pelas condições das sombras.”

E estas medidas foram necessárias em razão da área degradada não dispor capacidade para reconstituir as perdas de matéria orgânica do solo e seus nutrientes.

Em alguns trabalhos de campo realizados para esta Iniciação Científica, foram visitados alguns pontos de extração de argila para analisarmos a retirada dos materiais atualmente.

Figura 48. Área de Mineração de Argila por uma indústria cerâmica.



Autor: ARRUDA, E. M. julho/2019

Conforme MELLO et al. (2017), para ser desenvolvida a exploração deste mineral, a vegetação deve ser removida logo no começo das atividades de lavra, e, em relação ao solo, são retirados os horizontes A e parte do B, pois o material de interesse se encontra alocado próximo ao horizonte C, com algumas partes no B. Deste modo, a superfície fica mais exposta ao efeito *splash*, contribuindo para que as suas condições físicas sejam alteradas, ou seja, induz ao processo de compactação do solo e alteração da rugosidade superficial, junto à taxa de infiltração pluvial.

Na imagem acima é possível auferir a retirada destes horizontes supracitados para a extração de argila, e, conseqüentemente, para que esta atividade estivesse sendo realizada, a remoção da vegetação foi realizada. Mas o solo uma vez alterado, torna-se necessária a implantação de técnicas para a criação de condições para que a vegetação possa se recuperar novamente, caso que como visto em trabalho de campo, não está

ocorrendo. Estas condições de recuperação de vegetação implicam em custos financeiros, mas também aos custos legais, atendendo a legislação ambiental proposta.

A lei de Nº 6938/1981 da Política Nacional do Meio Ambiente implica na implantação de um Plano de Recuperação das Áreas Degradadas diante dos efeitos negativos causados pelas ações humanas, pois a ação humana sobre o terreno, quando realizada sem considerar alguns aspectos conservacionistas, pode acelerar os processos de degradação ambiental.

Sendo assim, com a exploração industrial de argila no Município de Tatuí foram identificados uma série de impactos ambientais negativos, que, se não tratados mediante às alternativas conservacionistas, causarão a déficit dos ecossistemas da paisagem. Os impactos ambientais identificados foram: retirada de vegetação, intensificação dos processos erosivos em áreas de mineração, descaracterização da paisagem, alteração dos aspectos físicos do solo e a alteração dos processos morfológicos do relevo.

Por fim, para complementar e contribuir na melhor visualização da relação dos problemas ambientais encontrados no município de Tatuí (SP), disponho esta tabela síntese relacionando os problemas supracitados e seus efeitos na paisagem, que servirá não só para este trabalho, mas para futuras pesquisas a respeito das ações mitigadoras destes problemas listados.

Tabela 8. Quadro Síntese de Problemas Ambientais ocorrentes no município de Tatuí (SP)

Problemas Ambientais	Efeitos
Despejo de Efluentes Domésticos e Industriais	Proliferação de doenças através da atração de vetores pelo odor característico de dejetos; Poluição de tributários; Alteração do pH da água/intemperismo químico alterado; Presença de materiais estranhos no curso fluvial.
Impermeabilização do solo e Sistema de Escoamento Urbano Deficiente	Maior risco de enchentes e inundações a partir da sobrecarga dos cursos fluviais; Maior risco de movimentos de massa em taludes

	aluviais ocupados e não ocupados; remoção de vegetação; desproteção dos cursos fluviais; diminuição da evapotranspiração e da infiltração da água.
Déficit de Arborização Urbana	Diminuição do conforto térmico e bem estar psicológico dos seres humanos; disfunção das dinâmicas ambientais indispensáveis para a regulação e correto funcionamento dos ecossistemas; alterações no clima local, nos percentuais de pluviosidade, na umidade do ar, na biodiversidade da flora e da fauna, na permeabilidade do solo.
Pisoteio Animal/Degradação dos solos em áreas rurais	Compactação e desagregação do solo; agravamento da situação de irreversibilidade de degradação dos solos e da vegetação; intensificação do processo de desertificação; diminuição da taxa de permeabilidade do solo; aumento da erodibilidade do terreno;
Descarte de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs)	Liberação de resíduos tóxicos poluentes na atmosfera, no solo, nos lençóis freáticos e nos mananciais; aumento da vulnerabilidade do geossistema; aumento das enchentes e inundações pelo descarte de RSUs em cursos fluviais; atração de vetores aos mananciais; poluição dos tributários.
Mineração de Argila/Abertura de Cavas	Extração de recursos minerais não renováveis; Aumento da erodibilidade do local; alteração nas formas de relevo; alteração no equilíbrio morfológico por atividades antrópicas; risco de assoreamento

	dos tributários próximos às cavas pelos rejeitos de argila deixados a céu aberto; necessidade de recuperação de áreas; degradação irreversível de áreas de extração profunda.
--	---

8. Considerações Finais

Os resultados obtidos nesse trabalho contribuem para a compreensão da dinâmica geomorfológica do município de Tatuí, a partir de diferentes abordagens que marcaram as etapas de trabalho. Buscou-se correlacionar da Geomorfologia Estrutural e Gemorfologia Ambiental ou Aplicada, na análise do relevo, da rede de drenagem e dos impactos ambientais do município. Algumas abordagens sobre o papel de paleoclimas na evolução do relevo da Depressão Periférica Paulista foram apresentadas, mas considera-se que tais hipóteses devam ser aprofundadas futuramente.

A caracterização geomorfológica da área em questão atingiu a compreensão, identificação e análise das formas de relevo e dos processos morfoestruturais e morfogenéticos, procurando o entendimento da evolução e do desenvolvimento do relevo, analisando ainda, processos de degradação ambiental atuantes na paisagem. Concluiu-se que o Município de Tatuí, de acordo com as abordagens utilizadas apresenta seis unidades de relevo com modelado em padrão de colinas, setores escarpados, interflúvios de topos convexos, interflúvios de topos mais planos, e as planícies significativas nos vales dos rios Sarapuí, Guapó e Sorocaba. Além disto, com a análise ambiental, foram identificados diversos problemas ambientais referentes à degradação da paisagem, decorrentes em suma das ações antrópicas.

O município de Tatuí apresenta uma dinâmica complexa do ponto de vista morfoestrutural, com grande variedade de litologias em seu território, bem como a proximidade de importantes estruturas regionais, como o Maciço Ipanema, influenciando tanto o relevo como a rede de drenagem do município. A influência dos agentes climáticos e paleoclimáticos também deve ser considerada na compreensão da evolução do relevo

regional, tanto em função da configuração da rede de drenagem atual e subatual, bem como do próprio processo de denudação desse setor da Bacia Sedimentar do Paraná com o desenvolvimento da Depressão Periférica Paulista.

Do ponto de vista metodológico, avalia-se que a partir dos procedimentos de elaboração dos mapas temáticos, perfis de elevação, análise das feições e das estruturas geológicas, modelagens dos MDTs, cálculos de índices morfométricos do sistema fluvial, sustentaram adequadamente as hipóteses e cenários abordados nesse trabalho.

Considera-se que os resultados obtidos constituem importante base teórico-metodológica que pode contribuir para o entendimento dos aspectos geomorfológicas e da dinâmica ambiental do Município de Tatuí, abrindo caminhos para que novos estudos de cunhos geomorfológicos, geográficos e ambientais sejam desenvolvidos sobre a área em questão, complementando os dados e discussões aqui apresentadas, contribuindo assim para a ampliação do conhecimento científico regional, discussão que estimule a reflexão sobre questões ambientais que promovam melhor sustentabilidade das atividades econômica no município e roteiro para os estudos geomorfológicos de forma geral.

9. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários.** São Paulo, 1977. 19 p.
- AB'SÁBER, A. N. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil.** São Paulo, 1970. 25p.
- AB'SÁBER, A. N. Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 1, p. 3-21, 1949.
- AB'SÁBER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário.** São Paulo, 1969. 23 p.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. **Boletim do DNPM-DGN**, Rio de Janeiro, n. 241, 36p., 1967.
- AMARAL, S. E. **Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo.** Tese ao Concurso de Livre Docência da Cadeira de Geologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. São Paulo, 78p. 1967.
- ARAÚJO, L.M.; TRIGÜIS, J.A.; CERQUEIRA, J.R.; FREITAS, L.C.S. **The atypical Permian petroleum system of the Paraná Basin, Brazil.** In: Mello M.R. & Katz B.J. (eds.) Petroleum systems of South Atlantic margins. Memoir, v.73, p. 377-402. 2000.
- ASSINE, M. L.; ZACHARIAS, A.A.; PERINOTTO, J.A.J. Paleocorrentes, paleogeografia e sequências deposicionais na Formação Tatuí, centro-leste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.I.], v. 33, n. 1, 2003.
- AUMOND, J. J. Teoria dos sistemas: Uma nova abordagem para recuperação e restauração ambiental. In: II Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, 2003, Itajaí. Anais. Itajaí, 2003, 6 p.
- BARBOSA-GIMENEZ N.L. **Estudo Petrológico dos Arenitos da Formação Tatuí no Estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 174 p. 1996.
- BARBOSA-GIMENEZ, N. L.; CAETANO-CHANG, M. R. Diagênese de arenitos da Formação Tatuí no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.I.], v. 40, n. 1, p. 68-79, março de 2010.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BRAGA, Roberto. **Planejamento urbano e recursos hídricos.** In: BRAGA, R.; CAETANO-CHANG, M. R. **Análise Ambiental e Estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no Sudoeste do Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 310 p., 1984.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicado no Diário Oficial da União dia 17 de fev. de 1986, Seção I, pg. 2548-2549.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 31 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União em 31 de abr. 1989.

CAMARA MUNICIPAL DE TATUÍ. Consulta. **Legislação**. Disponível em <<https://consulta.siscam.com.br/camaratatuui/index/81/8>>. Acesso em maio/2019.

CAMARGO, R. F.; CAMARGO, C. P. **Tatuí: Capital da Música**. São Paulo: Noovha América, 2006.

CAMARGO, Renato Ferreira de. **Memórias de Tatuí, nossa terra, nossa gente, nosso folclore**. São Paulo: Editora João Scortecci, 1997.

CANUTO, J.R. **Fácies e ambientes de sedimentação da Formação Rio do Sul (Permiano), Bacia do Paraná, na região de Rio de Sul, Estado de Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, USP, 164p, 1993.

CARVALHO, P. F. C. (Org.). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal**. Deplan. UNESP. IGCE, 2003. p. 113 – 127.

CHAHUD, A. **Geologia e Paleontologia das Formações Tatuí e Irati no Centro-Leste do Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. 2011.

CHORLEY, R. J. – A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas Gerais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, N.º 21, Vol. 11, p. 3-22, junho de 1991.

CHRISTOFOLETTI, A. - **Análise de sistemas em Geografia**. Editora Hucitec, USP, São Paulo, 1979, 106 p.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda e EDUSP, 1974, 2.º ed. 150 p.

CONSERVATÓRIO DE TATUÍ. **Quem Somos**. Disponível em <http://www.conservatoriodetatui.org.br/quem-somos/>. Acesso em: março/2021.

CORREA, A. C. B. FÔNSECA, F, N. lineamentos de drenagem e de relevo como subsídio para a caracterização morfoestrutural e reativações neotectônicas da área da bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, set. 2010.

COSTA, Guilherme Estevam da. **Fácies Sedimentares e Composição de Folhelhos da Formação Irati (Eopermiano) da Bacia do Paraná Na Região de Bom Retiro, Leste de Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina. 67p. 2015.

COUTINHO, J. M. V. Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e Arredores. **Anais do Departamento de Mineralogia e Petrologia**. Instituto de Geociências, USP, 1968.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

DA SILVA BELARMINO, Y.; DE HOLANDA BASTOS, F. Análise morfoestrutural e aplicação do índice declividade extensão (RDE) na bacia hidrográfica do rio Ubatuba, divisa CE/PI, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 2, p. 442, 2021.

DAVINO, André. Geologia da Serra de Araçoiaba, Estado de São Paulo. Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada. **Boletim IG**. Instituto de Geociências, USP, V. 6: 129-144, 1975.

DRUGOWICH, M. I. **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural para o Município de Tatuí – SP**. 2011. Prefeitura de Tatuí.

ETCHEBEHERE, M, L.C; GUEDES, I. C; MORALES, N; STEVAUX, J. C; SANTONI, G.C. Análise morfotectônica da bacia do rio Santo Anastácio, SP, através de parâmetros fluviomorfométricos e de registros paleossísmicos. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 28, n. 4, p. 247-362, 2009.

ETCHEBEHERE, M. L. C. Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 2000.

ETCHEBEHERE, M. L. C. et al. Aplicação do índice “Relação Declividade-Extensão - RDE” na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Geologia USP. Série Científica**, v. 4, n. 2, p. 43–56, 1 out. 2004.

FARIAS, C. GOMES, E. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Pnud, 2002.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊA, A. C. B. Uso de MDE na Extração de Lineamentos para Detecção de Reativações Neotectônicas na Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR)., 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 3483-3490. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). IBI: <3ERPFQRTRW/3A6M848>. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/3ERPFQRTRW/3A6M848>>.

GAMA JR, E. G. (1979). A sedimentação do Grupo Passa Dois (Exclusive Formação Irati): um modelo geomórfico. **Rev. Bras. Geociências**, 9: 1-16.

GAMA JR, E.G.; CAETANO, M.R.; WEYLER, G. Divisão Faciológica do Subgrupo Itararé no Centro-Oeste do Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia 31, Camboriú. **Bol. Resumos**. Camboriú, SBG. p.365, 1980.

GAMA JR, E.G.; PERINOTTO, J.A.J.; RIBEIRO, H.J.P.S; PADULA, E.K. Contribuição ao estudo de ressedimentação no Subgrupo Itararé: um guia temático de campo. **Revista Brasileira de Geociências**, 22 (2): 237-247 1992.

GANDOLFI, Sergius. História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). **Unicamp.br**, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/314916>>. Acesso em: 16 Jul. 2021.

GRIGOLETTI, G. C.; SATTTLER, M. A. Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 3, p. 19-32, 2003.

HACHIRO, J. **O subgrupo Irati (Neopermiano) da Bacia do Paraná**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 196p. 1996.

HACK, J. T. Stream profile analysis and stream gradient index. **Journal Research of U . S. Geological Survey** , v . 1, 421 429, 1973.

HACKSPACHER, P. C., GODOY, A. M., OLIVEIRA M. A. F. Evolução Crustal do Bloco São Roque, na Região Sudeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. 23(3):260-264, 1993.

HERZ, Renato; DE BIASI, Mário. Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro. **Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para Recursos do Mar. Brasília: MM**, 1989.

HOLZ, M.; FRANÇA, A.B.; SOUZA, P.A.; IANNUZZI, R.; ROHN, R. A stratigraphic chart of the late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Sciences**, 29, 381-399.

IBAMA. Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração. Brasília, IBAMA, 1990. 96p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – Tatuí – Panorama**. Disponível em (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/tatui/panorama>). Acesso em novembro/2018)

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Impacto do Pisoteio Animal na Compactação do Solo sob Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano. **Comunicado Técnico**

EMBRAPA, ISSN 1517-1469, ISSN online 2176-5073, Planaltina, DF. Março, 2009.

MATTOS. Nathália Helena Secl. **Caracterização Geológica e Potencial para Reservatórios no Grupo Itararé, na Região Centro-Leste do Estado de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 72p. 2012.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MEGLHIORATTI. Thiago. **Estatigrafia de Sequências das Formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro (Permiano, Bacia do Paraná) Na Porção Nordeste do Paraná e Centro-Sul de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. 147p. 2006.

MELLO, A. H.; GAMA, M. F. F.; OLIVEIRA, G. F.; SILVA, J. C. Diagnóstico da Degradação Ambiental em Áreas de Extração de Argila em Marabá – PA. **Agrocossistemas**, v. 9, n.1, p. 45-61, 2017.

MENDES, J. C.; FULFARO, V.J.; AMARAL, S.E.; LANDIM, P.M.B. A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas. **Bol. Soc. Bras. Geol.**, vol. 15, n. 3;23-43, São Paulo, 1966.

MENDEZ DUQUE, Johanna. **Fácies Carbonáticas da formação Teresina na borba centro-leste da Bacia do Paraná**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MOCHIZUKI, P. S.; BRESSANE, A.; DALFRE, G; BIERAS, A. R. Estudos Climáticos como subsídio à política municipal de desenvolvimento do município de Tatuí (SP). **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 4(2): 115-132 dezembro, 2006 (ISSN 1678-698X)

MONTEIRO, C. A. F. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas. USP, São Paulo, 1973.

MOREIRA, A. H. A PAISAGEM EM TRNASFORMAÇÃO: **Estudo sobre o impacto ambiental da extração de argila no município de Tatuí – SP**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, 40p. Itapetininga, 2014.

OLIVEIRA, D. B.; MORENO, R. S.; MIRANDA, D. J.; RIBEIRO, C. S.; SEOANE, J. C. S.; MELO, C. L. Elaboração de um mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através de imagem SRTM, em uma área ao norte do Rio Doce, ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIX, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p. 4157-4163

PARENTE, H. N.; MAIA, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** V. 5, N. 3, pg. 3, 2011.

PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: O caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
PAZ, Y. M.; GOUVEIA, R. L.; SILVA, J. F.; HOLANDA, R. M. A Atividade de Extração de Argila e a Relação Homem-Natureza. In: **Revista GEAMA**, Recife, v.1, n.2, set/2015.

PEDRON, F. A. et al. Levantamento e Classificação de Solos em Áreas Urbanas: Importância, Limitações e Aplicações. In **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n.2, p. 147-151, abr-jun, 2007

PENTEADO, M. M. Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista.

IGEOG/USP, **Série Teses e Monografias** n. 22, São Paulo, 1976.

PREFEITURA DE TATUÍ. **Nossa História**. Disponível em (<http://tatui.sp.gov.br/>). Acesso em dezembro/2018)

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. L. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**, 1995. ed ver. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serapilheira, e de atratores de fauna**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2004

REIS, A., ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Série Cadernos da Biosfera 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 1999. 42 p.

RICCOMINI, C; CRÓSTA, A.P. Análise preliminar de lineamentos em imagens de sensores remotos aplicada à prospecção mineral na área do granitoide Mandira, SP. **Bol. IG-USP**, Série Cient. 19 23-37, 1988.

ROCHA-CAMPOS, A. C. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: J. J. Bigarella; R. D. Becker; I. D. Pinto (Editors), **Problems in Brazilian Gondwana Geology**, Curitiba, p. 27-102, 1967.

ROHN, R. **A estatigrafia da Formação Teresina (Permiano, Bacia do Paraná) de acordo com furos de sondagem entre Anhembi (SP) e Ortigueira (PR)**. Correlação de Sequências Paleozóicas Sul-americanas, 20, 209-218.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2010.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: escala 1:500.000. [S.l: s.n.], 1997.

SANTOS, P.R. **Distribuição Estratigráfica, Características e Fácies de Diamictitos de Rochas Associadas do Subgrupo Itararé no Centro e Sul do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, USP, 135p. 1979.

SANTOS, P.R. **Fácies e Evolução Paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana (Neopaleozóico) na Bacia do Paraná, Brasil**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, USP, 128p. 1987.

SANTOS, P.R.; ROCHA-CAMPOS, A.C.; CANUTO, J.R. Patterns of Late Palaeozoic Deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 125 (1-4), 165-184. 1996

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo – LUPA 2007/2008. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. CPRM. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Disponível em (<http://geosgb.cprm.gov.br/>). Acesso em dezembro/2018.

SOARES, Paulo Cesar; FIORI, Alberto Pio. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.

SOUZA FILHO, E.E. **Mapeamento Faciológico do Subgrupo Itararé na Quadrícula de Campinas (SP)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, USP. São Paulo. 121p. 1986.

SOUZA, A. AO.; PEREZ FILHO, A. Mudanças na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do ribeirão Araquá: eventos tectônicos e climáticos no Quaternário. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 3, p. 636-656, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

SOUZA, C. R. D. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. D. S.; OLIVEIRA, P. E. D. **Quaternário do Brasil**. São Paulo: Editora Holos, 2005.

SQUEFF, E.; FERREIRA, H. P. **A Origem dos Nomes dos Municípios Paulistas**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2003.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

STEVAUX, J. C.; SOUZA-FILHO, E. E. & FÚLFARO, V. J. Trato deposicional da Formação Tatuí (P) na área aflorante do NE da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo. **In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, Goiânia. Sociedade Brasileira de Geologia. Anais. 1: 219-229, 1996.

TAKAHASHI, Hiroito Alberto. HAERTEL, Vitor. LISBOA, Nelson Amoretti. Caracterização Morfoestrutural e Hidrogeológica de Aquíferos em Meio Fraturado Através de Técnicas de Sensoriamento Remoto E análise Estatística Em Setor do Planalto Meridional – RS. **Anais do VII SBSR**, 1993. p 332- 350.

THÁIS MINATEL TINÓS; MATEUS VIDOTTI FERREIRA; JOSÉ EDUARDO ZAINÉ; *et al.* TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO PARA O RECONHECIMENTO DE ELEMENTOS DE ANÁLISE DO RELEVO. **Geosciences = Geociências**, v. 33, n. 2, p. 202–215, 2014. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/8997>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

VAIL, P. R.; TODD, R. G.; SANGREE, J. B. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level: Part 5. Chronostratigraphic Significance of Seismic Reflections: Section 2. **Application of Seismic Reflection Configuration to Stratigraphic Interpretation Memoir 26**, p. 99 – 116, 1977

VERSTAPEEN, H.T.; ZUIDAM, R.A. (ITC) – **System of Geomorphological Survey**. Manuel ITC, Text Book. Vol 7, Cap. 7, 1975.

VIEIRA. P C. Hipótese Sobre A Origem da Depressão Periférica Paulista. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1982.

VILLELA, F. N. J. **Análise da relação relevo-rocha-solo no contato planalto atlântico - depressão periférica paulista**. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. doi:10.11606/T.8.2011.tde-25052012-153126. Acesso em: 2019-02-13.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill, 1975.

WERNICK, E. SINELLI, O. – Análise estrutural em Geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**, V. 10, n.º 20. p. 39-54, 1970.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; APPI, V. T.; SANTOS NETO, E. V.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. *In*: LEIGHTON, M. W.; KOLATA, D. R.; OLTZ, D. F.; EIDEL, J. J. (Ed.). **Interior cratonic basins**. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1990. p. 681-708. (AAPG. Memoir, 51).

ZANELLA, Maria Elisa et al. **Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó**, Fortaleza-CE. Soc. nat., Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 317-332, ago. 2013