



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS
EXATAS**



Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

**ANÁLISE AMBIENTAL SIMPLIFICADA EM BACIA HIDROGRÁFICA URBANA:
CÓRREGO DO RIBEIRÃO TATU, LIMEIRA-SP.**

Discente: Felipe Bution de Oliveira

Docente: Prof.Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro (SP)

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

FELIPE BUTION DE OLIVEIRA

ANÁLISE AMBIENTAL SIMPLIFICADA EM BACIA
HIDROGRÁFICA URBANA: CÓRREGO DO RIBEIRÃO TATU,
LIMEIRA – SP.

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2015

551.48
O48a Oliveira, Felipe Bution de
Análise ambiental simplificada em bacia hidrográfica urbana : córrego do Ribeirão Tatu - Limeira,SP / Felipe Bution de Oliveira. - Rio Claro, 2015
44 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição
Coorientador: Rodrigo Braga Moruzzi
Coorientador: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

1. Hidrologia. 2. Degradação ambiental. 3. Gerenciamento ambiental.
4. Estratégias de manejo. 5. Impacto ambiental. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

FELIPE BUTION DE OLIVEIRA

ANÁLISE AMBIENTAL SIMPLIFICADA EM BACIA
HIDROGRÁFICA URBANA: CÓRREGO DO RIBEIRÃO TATU,
LIMEIRA – SP.

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof.Dr. Fabiano Tomazini da Conceição (orientador)

Prof.Dr. Rodrigo Braga Moruzzi

Prof^a.Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Rio Claro, 18 de Dezembro de 2015.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus avós maternos Antônio Paulo “in memoriam” e Maria Helena. Aos meus pais, Sandra e Paulo, pois sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

AGRADECIMENTO

É difícil agradecer a todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e/ou turbulentos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso agradeço de todo coração.

Agradeço aos meus pais, Sandra e Paulo, pela determinação, luta e sacrifícios ao longo de minha formação.

Agradeço a minha família em geral, meus tios José Roberto e Maria Tereza, aos meus primos Christian, Ketty, Jackson e Gabriel.

Agradeço também aos meus colegas de classe e com certeza futuros excelentes profissionais. Sempre carregarei com carinho os momentos com a “turma do fundão”. Amigos como: Coffey, Vuvu, Pedro Costa, Pedro Ivo, Léo Mendes, Babu, Adelson, Luis A, Helton, Neto, Gaúcho, Japa, Tolima, Pornô, Esquimó, Contador, Mentira, Filier, Ninho, Álvaro Govone, Pangaré, Belo, e muitos outros que vivenciaram o dia-dia acadêmico com bons momentos.

Gostaria também de lembrar as instituições das quais nos 6 anos eu pude fazer parte, cadê uma em seu momento e dentre elas eu destaco: Associação Atlética Acadêmica “Ayrton Senna da Silva”, Bateria Porcaria, Geoplan-Jr, Basquete Unesp Rio Claro, República.Intão, República 145- Pop Rock Acústico, e em especial a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Rio Claro, por além de proporcionar o ensino, acabou realizando um sonho que foi a melhor experiência que já tive, a oportunidade de morar em outro País e conhecer uma nova cultura. Por isso, tenho que agradecer também a USC – Universidade de Santiago de Compostela e a Residência Universitária San Clemente pelo acolhimento e ensinamentos únicos, em especial aos amigos Angel, Jesus, Sergio, Jorge, Diña, Manuel, Oscar, Alba, Cristina, Tânia, Javi, Iago, Sinho, Ticiano, Isidora Rubio, dentre muitos outros.

Agora tenho que me lembrar dos amigos que carrego comigo a anos e que são os melhores que alguém sonhou ter: Cauã, Cabeça, Lang, Zizi, Felipe Zarus, Gustavo, Boi, Zé, Luccas, Yan, Vito, Páscoa, Leme, Muller, Vh e Vinícius.

Agradeço minha namorada Amanda e sua família pelo apoio e confiança. Ao meu amigo/professor Marlon pelo companheirismo e amizade.

Agradeço também aos meus mestres ao longo do curso, que através de seus conhecimentos puderam contribuir com formação construindo o profissional que me tornei.

Agradeço ao meu orientador Fabiano Tomazini pela ajuda e dedicação para a realização desta monografia. Éder, amigo e professor pela ajuda no trabalho de campo e coleta de dados.

A todos os funcionários da Unesp, portaria, segurança, manutenção, e secretarias (Deplan – Bira e STG – Geraldo, Diogo, Mateus).

Por fim e mais importante que todos, agradeço a Deus, meu Pai que me abençoa e me concede saúde e força para seguir em frente em todos os momentos.

“Todas as flores do futuro estão contidas nas sementes de hoje”.

(Provérbio Chinês)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais da Bacia do Ribeirão Tatu para definir quais são as áreas mais degradadas, suas causas e propor soluções e estratégias de manejo. Foi elaborado um questionário indicador de impactos que permitiu estabelecer uma relação direta entre ações e fatores ambientais atingidos, a partir da atribuição de valores para alguns parâmetros impactantes de fácil visualização em campo. Foram realizadas análises de parâmetros físico-químicos das águas fluviais da bacia do Ribeirão Tatu. O questionário foi aplicado em 10 pontos, tendo como base a variabilidade no uso e ocupação do solo. Constatou-se que os principais impactos ambientais que afetam a bacia do Ribeirão Tatu são o lançamento de efluentes in natura nos corpos d'água, a disposição de resíduos e o desmatamento. Dentre as estratégias de manejo sugeridas, destacam-se as relacionadas ao cumprimento de legislações ambientais e recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Avaliação de Impactos Ambientais. Degradação Ambiental. Gerenciamento Ambiental. Estratégias de Manejo. Bacia do Ribeirão Tatu.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the environmental impacts of the Ribeirão Tatu Basin in order to define which areas are the most degraded, their causes and, proposing solutions and management strategies. It was developed an indicator questionnaire of impacts that allowed establishing a direct relationship between affected environmental factors and actions from the assignment of values for some easy impacting parameters to the field's visualization. Physical-chemical parameters analyses of Ribeirão Tatu Basin's river water were performed. The questionnaire was applied on 10 points, based on the variability in the use and occupation of the land. It was observed that the main environmental impacts affecting the Ribeirão Tatu Basin are the discharge of in natura effluents into water bodies, waste disposal and deforestation. Among the management strategies suggested, it highlights those related to compliance with environmental laws and land reclamation.

Keywords: Watershed. Environmental Impact Assessment. Environmental degradation. Environmental management. Management strategies. The Ribeirão Tatu Basin.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Histórico da cidade de Limeira	13
2.2 Localização	14
2.3 A bacia do Ribeirão Tatu.....	16
2.4 Geologia.....	19
2.5 Geomorfologia.....	20
2.6 Pedologia	22
2.8 Áreas de risco ambiental, legislação e meio ambiente	24
3 METODOLOGIA	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1 Avaliação ambiental simplificada	29
4.2 Parâmetros físico-químicos.....	29
4.3 Monitoramento e estratégias de manejo	33
5 CONCLUSÕES	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS - FOTOS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Os Rios são fontes de um recurso natural indispensável aos seres vivos: a **água**. Além disso, possuem uma grande importância cultural, social, econômica, e histórica para todos os lugares onde se encontram. Os Rios marcaram a história da humanidade. O Rio Nilo, segundo do mundo em extensão, foi fundamental para o desenvolvimento do Egito antigo. Localizado em uma região desértica do continente africano, foi graças ao Rio Nilo (denominado de *Iteru*, “o grande Rio”, na época do Egito Antigo) que a sociedade egípcia teve acesso à água para beber, irrigar as terras para a agricultura (após as cheias do Rio, as terras das margens ficavam forradas de húmus, um lodo fértil), pescar, cultivar peixes, transportar mercadorias e pessoas (navegação fluvial) (DUARTE, 2006, p.120). Porém, ao longo da história registram-se alterações nas características e na qualidade das águas dos Rios, do ecossistema e, em certos casos, de sua configuração e percurso, alguns sendo inclusive, parcialmente retificados e escondidos pela sua canalização (DUARTE, 2006, p. 120).

Nas cidades, a bacia hidrográfica é composta pelos Rios, canais, córregos e demais sistemas de drenagem presentes nesta área. A água nas cidades vem sendo discutida ao longo dos anos pela grande distância das nascentes dos cursos d'água como fonte de abastecimento e pela deterioração de sua qualidade. Os recursos hídricos de uma cidade sendo monitorados e cuidados da maneira correta garantem a melhoria na saúde da população e nas condições de vida, pois podem prevenir doenças de veiculação hídrica, e reduzir custos desenvolvendo o município.

A cidade de Limeira é hoje o maior polo produtor de semijoias folheadas do País, sendo reconhecida em todo mundo como um dos maiores polos do setor, gerando mais de 30 mil empregos diretos e 40 mil indiretos na cidade de Limeira, ou seja, um terço da capacidade total de mão de obra disponível no município. O processo de urbanização desta cidade ocorreu ao longo do Ribeirão Tatu, afluente do Rio Piracicaba e como a maioria das cidades grandes e de médio porte brasileiras, Limeira também apresenta graves problemas de poluição das águas superficiais.

Os principais problemas da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu estão relacionados à poluição ambiental causada pelas galvanoplastias de joias e folheados foram abordados pela CETESB (2003), e são: os descartes de banhos

exauridos com altas concentrações de cianeto e metais pesados; águas de lavagem pós-banhos químicos com metais pesados e cianeto e águas de limpeza inicial de peça com peróxido e de hidrogênio e cianeto. A informalidade presente no setor pode gerar descarte na rede pública de coleta de esgoto, causando sérios problemas ao Ribeirão Tatu, principal corpo receptor da cidade de Limeira.

Além das galvanoplastias como possíveis fontes contaminantes, o município possui indústrias suco alcooleira, de cítrus e duas fábricas de papel que são responsáveis por uma carga de 6 mil toneladas $DBO_{5,20}$ /ano para bacia do Rio Piracicaba através do Ribeirão Tatu (CETEC, 1999). Além disso, como apenas 70% do esgoto coletado em Limeira são tratados, estima-se que 30% dos efluentes domésticos são descartados sem tratamento nos corpos receptores da cidade (ÁGUAS DE LIMEIRA, 2007; SEADE, 2007).

1.1 Objetivos

O objetivo desse trabalho consiste na Avaliação Ambiental Simplificada (AAS) no trecho urbano da bacia do Ribeirão Tatu, município de Limeira (SP), verificando áreas degradadas e suas prováveis causas, além de subsidiar a busca de possíveis soluções para a minimização dos impactos desencadeados pela atividade humana na bacia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da cidade de Limeira

Segundo IBGE (2006), nas margens do Ribeirão Tatuibi, afluente do Rio Piracicaba, no século XVIII havia um pouso utilizado pelos desbravadores na penetração dos sertões, conhecido como Rancho do Morro Azul. Numa dessas expedições viajou o franciscano, Frei João das Mercês, que atacado por febres veio a falecer no Rancho do Morro Azul e segundo contam, transportava “limas”, cujas sementes germinaram, transformando-se em “limeira” e acabando por dar à localidade, o nome de “Rancho da Limeira”.

Outros desbravadores foram se fixando na região e em 1815, o Senador Vergueiro formou sua fazenda Ibicaba e iniciou as primeiras culturas da cana-de-açúcar. Por volta de 1824, Luiz Manoel da Cunha Bastos, Joaquim Francisco de Camargo, Bento Manoel de Barros e Manoel Ferraz de Campos construíram uma capela sob a invocação de Nossa Senhora das Dores de Tatuibi, que em dezembro de 1830 passou a freguesia, com o mesmo nome, na Vila de Constituição (hoje Piracicaba).

Na formação do povoado e sua evolução, foi preponderante o apoio proporcionado pelo Senador Vergueiro e sua mulher, Maria Angélica Vasconcelos. Em 26 de fevereiro de 1832 foi passada escritura de doação de terras da fazenda Ibicaba, para desenvolvimento da freguesia de Nossa Senhora das Dores de Tatuibi. Em março de 1842 foi elevada à Vila, com o nome de Limeira e foi nessa ocasião que se iniciou a introdução do colono estrangeiro na agricultura. O Senador Vergueiro contratou, em 1858, imigrantes alemães, suíços, belgas e portugueses, para trabalhar na Fazenda Ibicaba que, em 1865, tornou-se grande produtora de café.

No entanto, um novo tipo de economia agrícola foi introduzido com êxito - a citricultura, representada pelos pomares de laranja “bahia”, em terras da família Franco. Outros aderiram à citricultura, mas foi Mário de Souza Queiroz quem ampliou a atividade e melhorou a técnica de seleção e cultivo, que mais tarde se estendeu as outras regiões do Estado.



Figura 1: Imagens de como foi à cidade de Limeira - SP

2.2 Localização

A cidade de Limeira (coordenadas geográficas 22° 33'54"S e 47° 24'09"W) situa-se à margem da Via Anhanguera estrategicamente em um dos polos agroindustriais mais desenvolvidos da região sudeste do Brasil, rota de ligação entre a Capital e as regiões Norte e Centro de São Paulo com mais de 296 mil habitantes (IBGE, 2015). Ocupa uma posição privilegiada em meio a um importante entroncamento rodo-ferroviário (Via Anhanguera; Washington Luís; Limeira-Piracicaba; Limeira-Mogi-Mirim; FERROBAN), dista 58 Km de Campinas, 29 km de Piracicaba, 25 km de Rio Claro, 20 km de Americana e 50 km de Mogi Mirim (PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA, 2006).

O clima na cidade de Limeira consiste no tipo tropical de altitude, que apresenta como características principais um verão quente e úmido e um inverno frio e seco com uma temperatura anual média de 25 °C, exemplificado na figura 2 (BRANDÃO, 2004). O índice de chuva médio anual foi de 1.375,6 mm na região

entre os anos de 2000 a 2004, conforme demonstrado na figura 3. A área de estudo está locada geomorfologicamente na depressão periférica aonde a zona é pouco acidentada predominando colinas baixas, suaves e convexas (ALMEIDA, 1964). As altitudes vão de 500 a 800 metros, onde o ponto mais alto é o Morro Azul com 831 metros (REDONDANO *et al.*, 2000) que por essa razão, era utilizado como referencial para bandeirantes e tropeiros que se dirigiam para o interior.

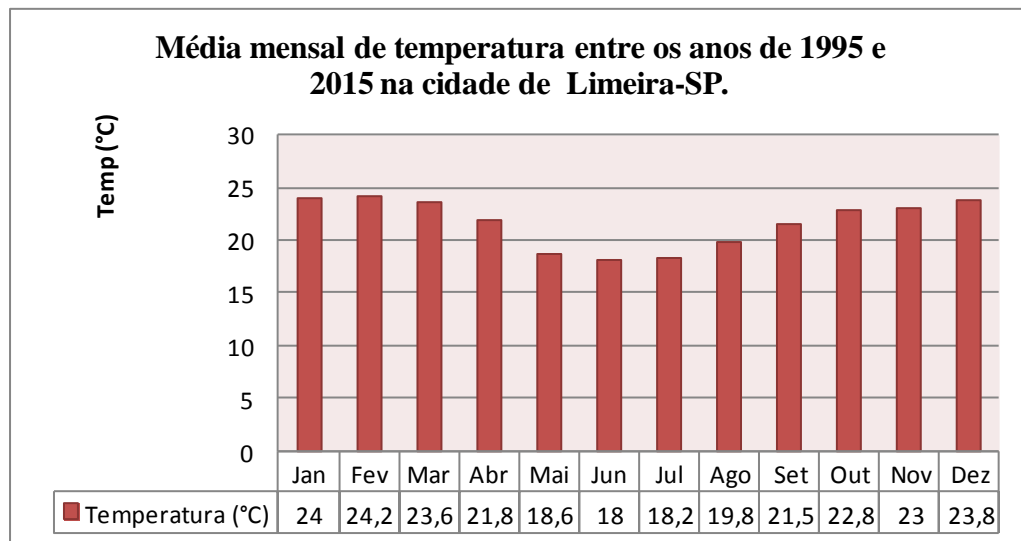


Figura 2: Média da temperatura mensal entre 1995 e 2015 em Limeira - SP

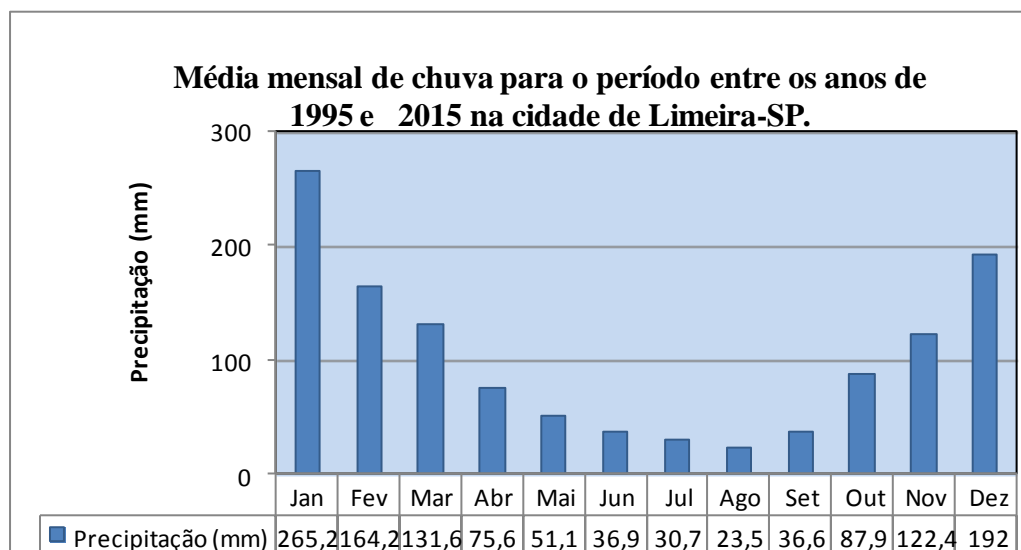


Figura 3: Média de chuva mensal entre 1995 e 2015 em Limeira - SP

2.3 A bacia do Ribeirão Tatu

A bacia hidrográfica em que Limeira localiza-se é a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 5, na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, estando a sua área urbana na Sub-bacia do Rio Piracicaba e sua zona rural, na porção leste do município, na Sub-bacia do Rio Jaguari. Dois Rios passam pela cidade, o próprio Rio Piracicaba e também o Rio Jaguari, de onde é captada parte da água que é consumida no município. O vale do Ribeirão Tatu atravessa a área urbana da cidade sendo que o mesmo encontra-se canalizado em alguns de seus trechos.

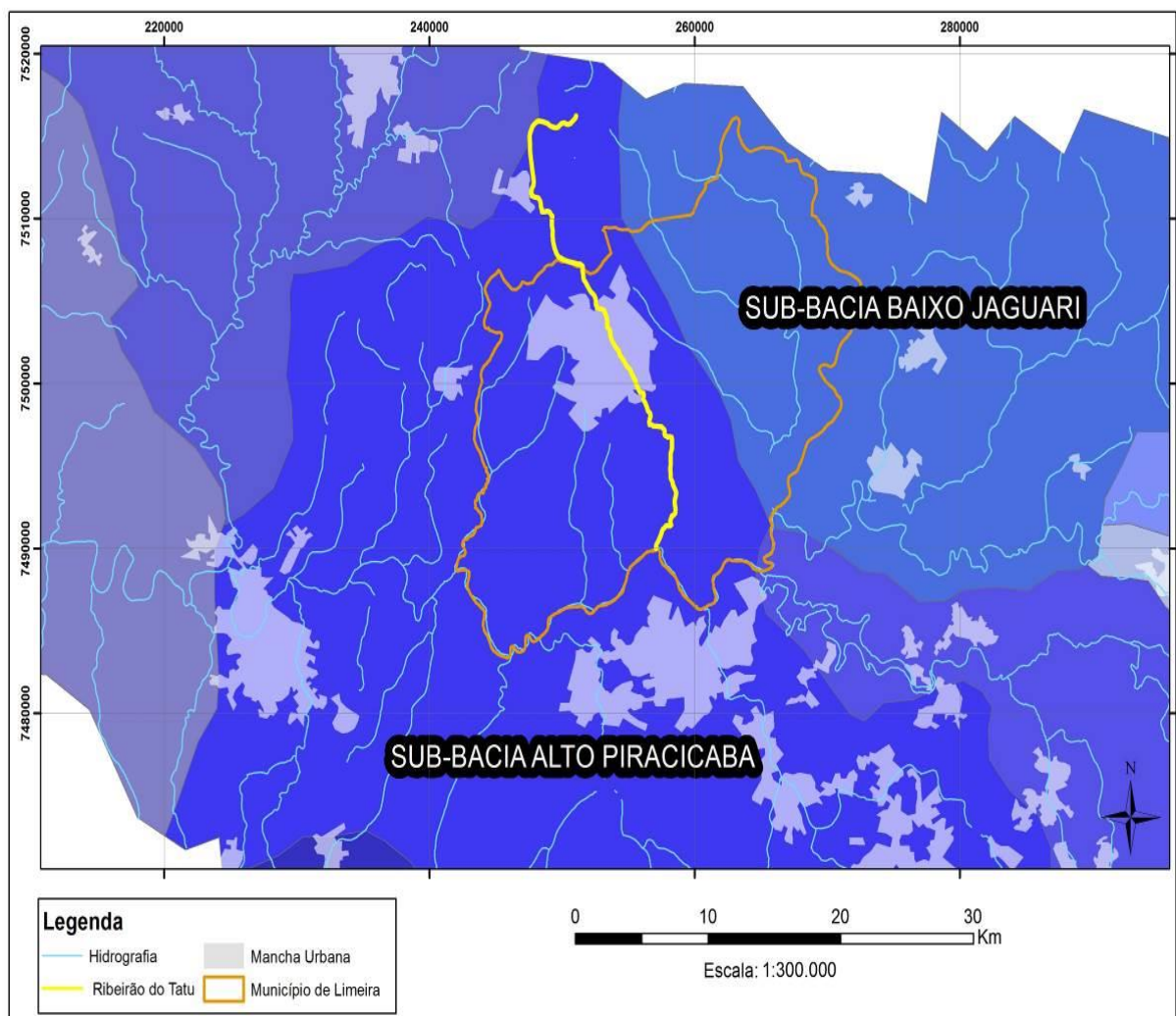


Figura 4: Sub-bacia Baixo Jaguari e Alto Piracicaba

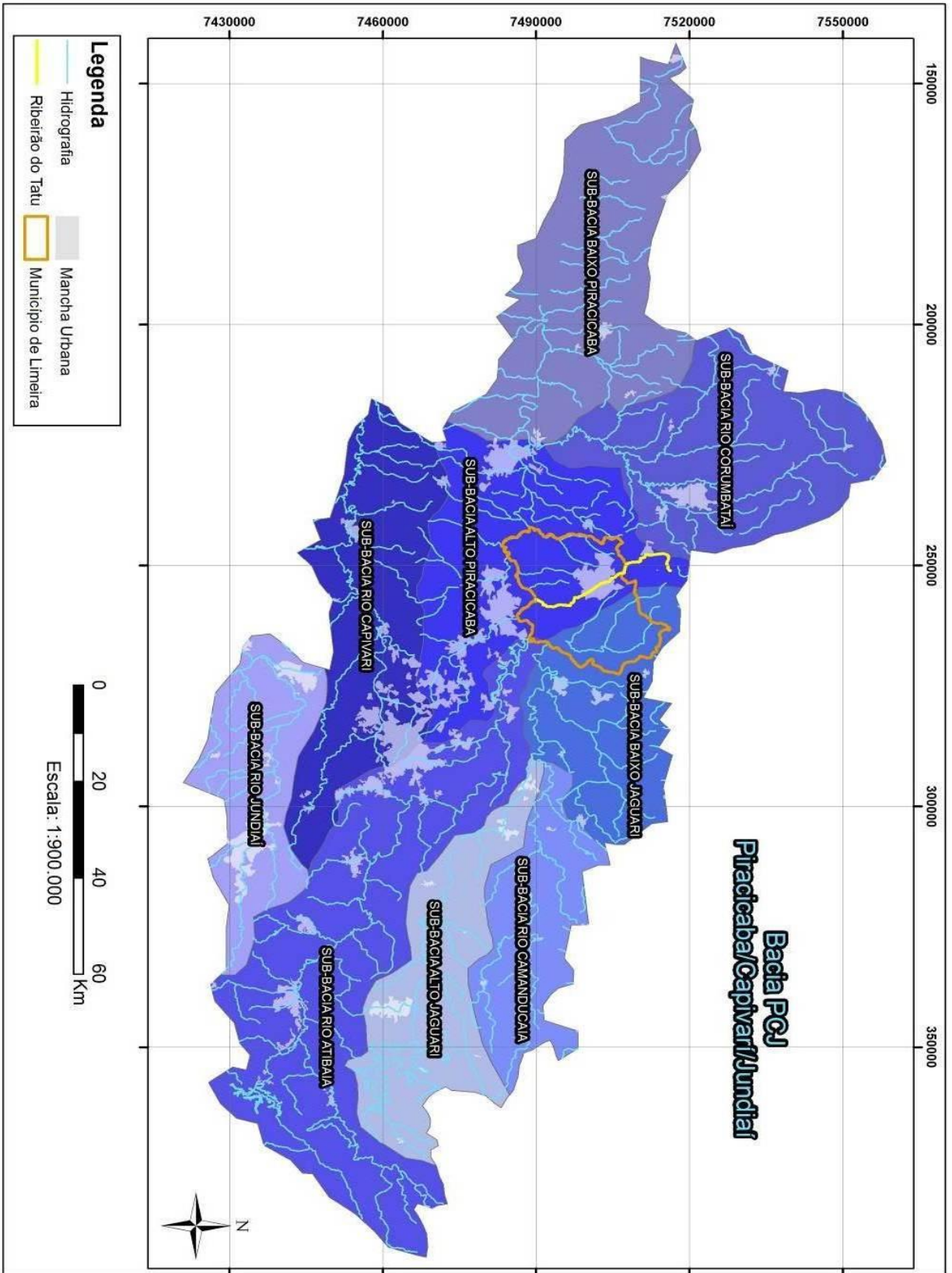


Figura 5: Sub-bacia Baixo Jaguari e Alto Piracicaba

A bacia do Ribeirão Tatu cobre 75% da área urbana de Limeira, num total de 40,68 Km² de área, nasce na zona rural de Cordeirópolis, atravessa a cidade de Limeira e deságua no Rio Piracicaba. O Ribeirão Tatu com 6,5 Km de extensão na área urbana possui mais de 14 afluentes, sendo três seus principais cursos d'água: Ribeirão do Tatu, Ribeirão da Geada e Ribeirão do Pinhal.

A área urbana de Limeira se desenvolve por cinco bacias, sendo a principal a do Ribeirão Tatu. O Ribeirão Tatu atravessa a área urbana canalizado em sua grande parte, sendo que no trecho central confinado a um canal de concreto. Devido a não conclusão do emissário da margem direita, o Ribeirão encontra-se totalmente poluído, recebendo esgoto diretamente em suas águas, apesar de algumas fontes negarem totalmente o fato.

Na margem esquerda do Ribeirão Tatu são 11 os afluentes: Córrego da Francesa, com 1,5 Km de extensão, e extensa área de mata significativa junto ao seu leito; Córrego Santa Cruz, com 1,3 Km e pequenos trechos de mata ciliar; Córrego da Granja Machado, com 2,2 Km de extensão, este recebendo esgoto "in natura", possuindo, mesmo assim, alguns trechos de mata; Córrego da União, com 1,15 Km, parcialmente canalizado sob a área da Refinaria União; Córrego Alvorada, com 3,1 Km, com extensa sub-bacia na porção leste da cidade, tendo seu trecho final poluído pelo lançamento de esgoto; Córrego Vista Alegre, 1,53 Km, com trecho final também poluído; Córrego Novo Horizonte, com 1,1 Km; Córrego São Francisco, com 2,35 Km; Córrego Itapema, com 2,3 Km; Córrego Nova Suíça, com 0,4 Km; e Córrego Granufo, com 0,7 Km.

Na margem direita, o principal afluente é o Córrego Barroca Funda, com 5,1 Km de extensão, sua sub-bacia corresponde a 25% da bacia principal do Ribeirão Tatu. Os córregos do Grotta e da Bovinha são dois afluentes do Córrego Barroca Funda que apresentam mata ciliar significativa, sendo que o segundo está inserido na área do Parque Ecológico Fausto Esteves dos Santos, entre a os bairros CECAP e o Parque das Nações.

O córrego da Barroca Funda apresenta em seu trecho final uma pequena extensão de área verde significativa justamente onde o córrego se apresenta poluído devido ao rompimento de um interceptor do sistema de esgoto. Outros afluentes da margem direita do Ribeirão Tatu são: córrego da Taboinha, com 4,22 Km, localizado na porção norte da área urbana, e o córrego Duas Barras, com 3,01 Km, localizado ao sul da área urbana.

2.4 Geologia

A área de estudo localiza-se, geologicamente, na Bacia Sedimentar do Paraná, uma bacia sedimentar intracratônica de forma ovalada com eixo maior N-S, com acumulação de rochas sedimentares e vulcânicas, localizada no continente sul-americano, com uma área de aproximadamente 1600000 km², sendo destes, 1.000.000 km² em território brasileiro, 400.000 km², na Argentina, 100.000 km² em terras paraguaias e 100.000 km² no Uruguai. Possui pacote sedimentar com espessura de até 7 km e, segundo Assine *et al.* (2004), sua idade varia entre o Neo-Ordoviciano ao Neo-Cretáceo.

Na região dos municípios de Limeira, Rio Claro e Piracicaba, no interior do estado de São Paulo, a bacia do Paraná é composta pelas seguintes unidades geológicas: Grupo Itararé, Formação Tatuí, Formação Irati, Formação Corumbataí, Formação Piramboia, Formação Botucatu, Formação Serra Geral, Formação Itaqueri e Formação Rio Claro. A Figura 6 apresenta a coluna estratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná na região de Limeira.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE RIO CLARO/LIMEIRA/PIRACICABA (SP)							
ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espes. Aprox. (metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO
CENOZOICA	QUATERNÁRIO		RIO CLARO		30	ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS COM LENTES DE ARGILAS E NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE <i>(Arenitos - reservatório de água subterrânea em poços rasos da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRE. COLUÍDES
	TERCIÁRIO		ITAQUERI		100	ARENITOS CONGLOMERÁTICOS E ARENITOS SILICIFICADOS / FERRICRETES	CONTINENTAL: LEQUES ALUVIAIS, FLUVIAL E LACUSTRE
MESOZOICA	CRETÁCEO	SÃO BENTO	SERRA GERAL		100	DERRAMES DE BASALTOS COM LENTES DE ARENITO NA BASE. DIQUES E SOLEIRAS DE DIABÁSIO <i>(Basalto e diabásio - matéria-prima para brita)</i>	MAGMATISMO FISSURAL
			BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E SEM ESFÉRICOS, POUCA ARGILA	CONTINENTAL: DESÉRTICO
	JURÁSSICO		PIRAMBOIA		150	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS, DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	CONTINENTAL: FLUVIAL E DESÉRTICO
	TRIÁSSICO		CORUMBATAÍ		100	SILTITOS CONTENDO LENTES DE ARENITOS FINOS ARGILITOS, SILTITOS, ARENITOS FINOS, NÍVEIS DE CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS E COQUINAS <i>(Argilitos - matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: LACUSTRE TRANSICIONAL: PLANÍCIE DE MARÉ
PALEOZOICA	PERMIANO	PASSA DOIS	IRATI		40	FOLHÉLNOS, SILTITOS, FOLHÉLNOS PIROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS <i>(Quilômetros de espessura em região de Itararé em Itararé e Piracicaba/SP)</i>	TRANSICIONAL: LAGUNA MARINHO RASO. PLATAFORMA
			TATUI		50	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	TRANSICIONAL: PLANÍCIE COSTEIRA MARINHO RASO. PLATAFORMA
			Grupo ITARARÉ (diviso no Estado de São Paulo)		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS (ALGUNS VERDADEIROS TILITOS) <i>(Arenitos - reservatórios de água subterrânea em poços profundos da região)</i>	CONTINENTAL (GLACIAL): ALUVIAL - LEQUES E FLUVIAL; LACUSTRE TRANSICIONAL: DELTAS MARINHO (GLACÍD-MARINHO); PLATAFORMAL
			EMBASAMENTO			GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	
	CARBONIFERO						
	Pré-Cambriano						

Figura 6: Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro/Limeira/Piracicaba (SP) (PERINOTTO & ZAINÉ *et al.*, 2008).

As principais características das unidades pertencentes à área de estudo são:

Formação Corumbataí: Composta por argilitos, siltitos e folhelhos de colorações arroxeada, marromavermelhada e por vezes esverdeada, a Formação Corumbataí, com espessura da ordem de 130 m no território paulista, apresenta também intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas. Os fósseis desta formação são lamelibrânquios ou bivalves, conchostráceos, ostracodes, peixes cartilaginosos e ósseos, vegetais como licófitas *Lepidodendrales* (*Lycopodiopsis derbyi*), gimnospermas *Glossopteridales* (*Glossopteris* sp) e megásporos (SIMÕES & FITTIPALDI, 1992 apud ZAINE, 1994).

Formação Piramboia: A Formação Piramboia é litologicamente constituída por espessos corpos de arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, de granulometria fina a média, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos, ocorrendo, localmente, níveis conglomeráticos (ZAINE, 1994). Apresenta estratificações cruzadas de grande e médio porte e poucos fósseis como conchostráceos e ostracodes de água doce. Brighetti & Caetano-Chang (1995) apontaram uma dominância eólica na sedimentação da formação Piramboia com associações de fácies de dunas, interdunas e lençóis de areia, cortadas por fácies de canais fluviais temporários compondo uma sucessão de subambientes interrelacionados lateral e verticalmente.

Formação Serra Geral: Esta formação compreende rochas vulcânicas, compostas predominantemente por lavas basálticas, de coloração cinza a preta, com amígdalas no topo dos derrames e presença de intercalações de lentes de arenitos com os basaltos. Há ainda a presença de rochas intrusivas associadas ao evento de vulcanismo da Bacia do Paraná, constituídas por diques e expressivas soleiras de diabásio. Esta formação tem seus afloramentos na faixa de cuestas, às quais se associa pela relação litologia/erosão/relevo, e também em algumas faixas ao longo dos principais Rios (ZAINE, 1994).

2.5 Geomorfologia

Geomorfologicamente, a área de estudo localiza-se na Depressão Periférica Paulista, uma área deprimida entre as Cuestas Basálticas, a oeste, e o Planalto Atlântico, a leste, com desníveis entre 200-300 metros, caracterizando relevo sob

forma de colinas, com altitudes que oscilam entre 600 e 750 metros. Esta Província geomorfológica possui, aproximadamente, 450 km de comprimento e 100 km de largura, localizada quase que totalmente nos sedimentos Paleo-Mesozoicos da bacia do Paraná.

Almeida (1964) adotou a divisão tríplice dessa província, proposta por Deffontaines (1935), em Zona do Médio Tietê, Zona do Paranapanema e Zona do Mogi Guaçu (Figura 7). Para facilitar a divisão cartográfica, Almeida (1964) delimitou essas zonas segundo os divisores de águas dos Rios homônimos às zonas. O município de Limeira está inserido na Zona do Médio Tietê, que compreende cerca de 2/5 da área total da Depressão Periférica, perfazendo 15200 km², a maior parte constituída de sedimentos e importantes áreas de derrames e intrusões de rochas basálticas, com papel saliente em sua topografia (ALMEIDA, 1964). São presentes na bacia do Médio Tietê sucessão de camadas de litologias menos resistentes à erosão com outras camadas de maior resistência, que se destacam na topografia, oferecendo a esta zona feições distintivas, relevos assimétricos e as típicas cuestas (ALMEIDA, 1964).

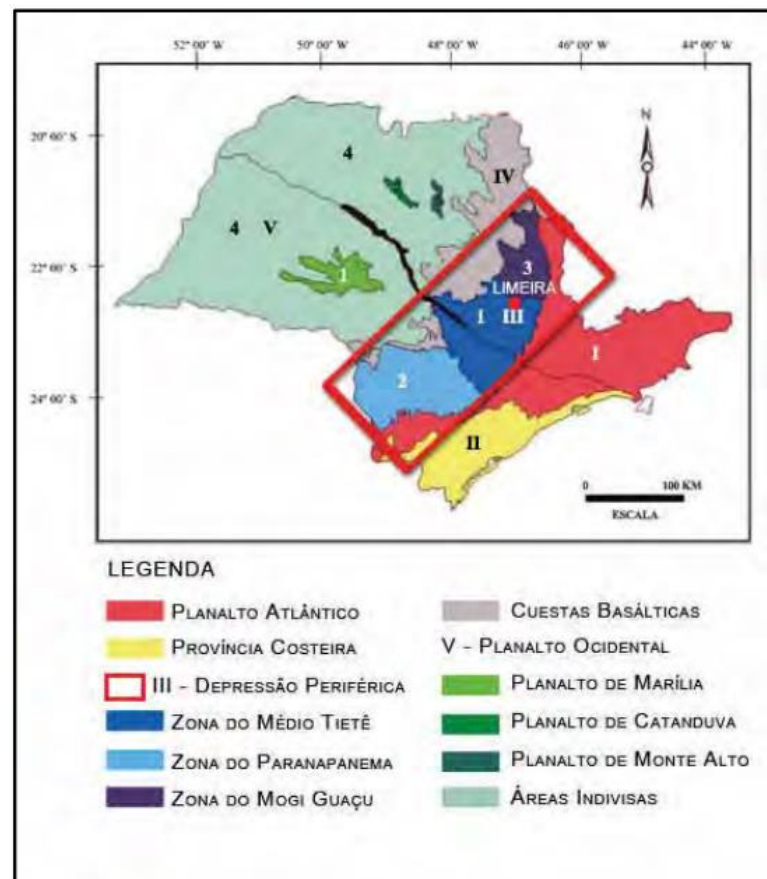


Figura 7: Geomorfologia do Estado de São Paulo, divisão proposta por Almeida (1964) (modificado de <http://www.abagr.p.cnpm.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm>).

2.6 Pedologia

Na pedologia da área segundo Oliveira *et. al* (1999), são encontrados Latossolos Vermelhos com Nitossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos com Neossolos Litólicos, como mostra a Figura 8 com a área de estudo em destaque.

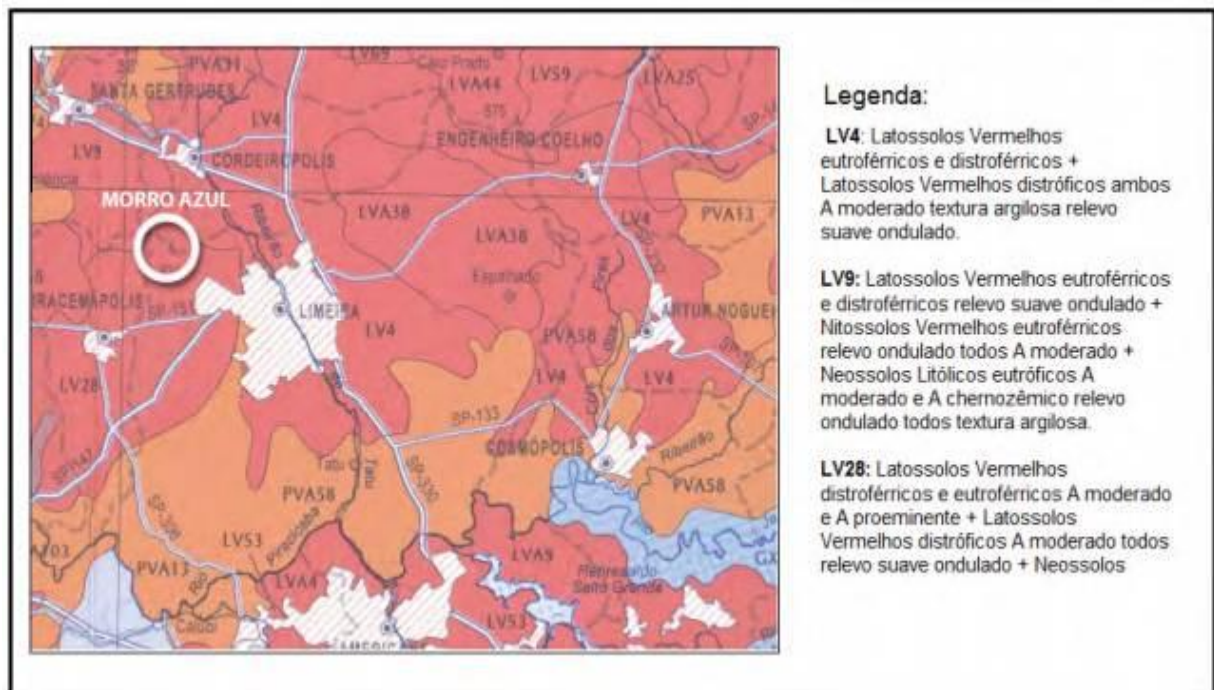


Figura 8: Mapa pedológico do Estado de São Paulo, com destaque para o Morro Azul. (modificado de OLIVEIRA *et.al*, 1999).

Os Latossolos Vermelhos são solos minerais, não hidromórficos com horizontes B latossólico e com cores mais avermelhadas devido ao alto teor de Fe₂O₃. São solos profundos, acentuadamente drenados, com pouca diferenciação entre os horizontes, com texturas predominantemente argilosas, ocorrendo pequenas áreas de textura média. Apresentam relevos ondulados, suaves ondulado a plano. São solos de baixa fertilidade natural e seu aproveitamento racional requer adubação e calagem (CBH – PCJ, 2008).

Os Neossolos Litólicos são solos minerais, pouco desenvolvidos, com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura sobre rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material constituído por fragmentos de rocha. São solos com muito nutrientes, especialmente os que derivam de rochas básicas (basaltos e diabásios), mas por apresentarem profundidade efetiva reduzida, o seu uso para a agricultura é limitado, pois o volume de material para a fixação de plantas e a retenção de umidade são baixos (CBH – PCJ, 2008).

Já os Nitossolos vermelhos são solos minerais não hidromórficos com horizonte B textural, profundos, com argila de atividade baixa e apresentam sempre estrutura em blocos ou prismática bem desenvolvida no horizonte B. Possuem uma erodibilidade relativamente alta, com um discreto aumento de argila em profundidade, apresentando boa drenagem interna. Apresentam espessa zona de aeração, podendo ser utilizados para a deposição de resíduos, aterros sanitários, quando o declive não ultrapassar 10%, mas também tem bom potencial agrícola, sendo este seu uso preferível (CBH – PCJ, 2008).

2.7 Aspectos socioeconômicos e culturais

Importante polo industrial do interior do estado de São Paulo, a cidade foi grande centro cafeeiro no século XIX, simbolizado pela Fazenda Ibicaba, maior produtora do café por vários anos, que serviu como base ao senador Vergueiro e mais tarde ao imperador Pedro II, durante a Guerra do Paraguai, tornando-se um dos mais cruéis núcleos da escravidão brasileira, que posteriormente atrairia milhares de imigrantes, processo que culminou na revolta de 1856.

Limeira também foi conhecida por Capital da Laranja e Berço da Citricultura Nacional, dados o pioneirismo e a grande produção citrícola que o município desenvolveu. Mais recentemente, a agricultura da cidade destaca-se pelo cultivo da cana-de-açúcar e pela produção de mudas cítricas. No ramo da indústria, que possui maior importância na economia municipal, Limeira se destaca nas áreas de metalurgia, metal-mecânica, autopeças, vestuário, alimentos, cerâmica, papel e celulose, embalagens, máquinas e implementos. Recentemente, a cidade tem se destacado especialmente na área de joias, atraindo a atenção de pessoas de todo o mundo. De acordo com o IBGE, em 2011, o produto interno bruto de Limeira, a preços correntes, foi de 7,463 bilhões de reais. Apesar da forte presença do crime organizado e da degradação urbana, a cidade ainda é uma das mais desenvolvidas do Brasil.

Além dos templos, casarões, palacetes e mansões do século XIX, Limeira possui expressivas fazendas históricas que atualmente movimentam o turismo rural e ecológico na cidade. A 143 km da capital, é em Limeira que se encerra a Rodovia dos Bandeirantes, que liga a cidade de São Paulo à porção noroeste do complexo

metropolitano, considerada uma das melhores do país, e se inicia a Rodovia Washington Luís, que segue até a região de São José do Rio Preto. A Rodovia Anhanguera também passa pela cidade, terminando em Ribeirão Preto.

2.8 Áreas de risco ambiental, legislação e meio ambiente

A rede de galerias existente na área urbana capta e direciona o escoamento superficial das águas das chuvas para pontos de lançamento, nos córregos e fundos de vales da Bacia do Ribeirão Tatu. Alguns desses locais são críticos, devidos a problemas de erosão, inexistência de rede de drenagem ou pavimentação das ruas, que provocam constantes inundações. Na rede de drenagem da bacia do Ribeirão Tatu ocorre problemas como:

- Assoreamento dos córregos por entulho, lixo, árvores e galhos;
- Falta de limpeza e proteção das margens e de mata ciliar;
- Estrangulamento da calha dos córregos.

É comum ver lixo arrastado pelas enxurradas durante as chuvas fortes provocando inundações, alguns pontos em Limeira como o Mercado municipal são recorrentes de enchentes devido a acentuada declividade em direção as margens do Ribeirão Tatu, colocando em risco toda a população.

A Lei 6.938/1981 Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e a Constituição Federal de 1988 (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988) em seu artigo 225 tratam das questões pertinentes ao meio ambiente; a Lei 9.433/1997 Política Nacional de Recursos Hídricos tem por objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos usos, sua utilização racional e integrada com vistas ao desenvolvimento sustentável e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos (Art. 2º); Entre outros, são instrumentos da PNMA o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais. A Resolução CONAMA 01/86 define impacto ambiental como 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 a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e

econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Além disso, em Limeira vigora a Lei Complementar Nº 222 DE 15 de dezembro de 1999 que dispõe sobre a Política Municipal de Recursos Hídricos, diretrizes e normas para a preservação, proteção e recuperação da ZPM, e outras providências. (Alterada pela Lei Complementar nº 257 de 14 de setembro de 2.001)

A Política Municipal de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - A água é um bem de domínio público;

II - A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é para consumo humano, em detrimento de qualquer outro interesse, e

IV - A bacia hidrográfica é a unidade de planejamento para a implantação da Política Municipal de Recursos Hídricos.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é instrumento útil no gerenciamento dos recursos naturais, das relações da biodiversidade entre si e com o homem e a sociedade. A AIA ajuda no diagnóstico ambiental que irá embasar o planejamento das ações e as tomadas de decisão. A limitação nos usos múltiplos da água desencadeia conflitos de interesse entre os usuários (DANIEL, 2000). Um planejamento adequado leva sempre em conta os interesses e a opinião da comunidade envolvida.

3 METODOLOGIA

A avaliação ambiental simplificada (AAS) associada aos recursos hídricos da bacia do Córrego do Ribeirão Tatu foi aplicada em oito etapas (FREIXEIDAS-VIEIRA *et al.*, 2000; SALLES *et al.*, 2008) (Figura 9), sendo ela dividida em três grandes áreas fundamentais para o entendimento e manejo dos impactos ambientais: I) identificação do problema e suas condições (envolvendo as cinco primeiras etapas); II) determinação da causa provável do problema; III) seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos ambientais.

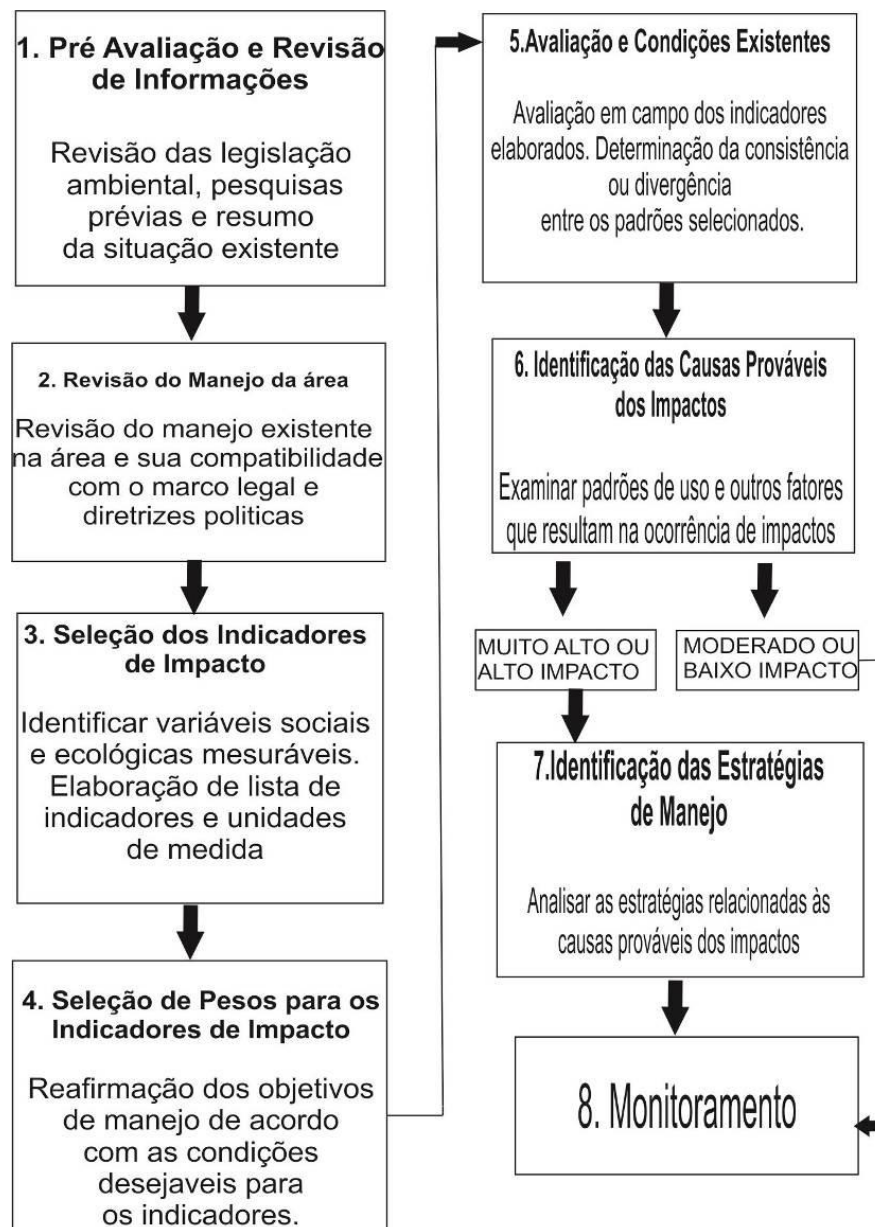


Figura 9: Etapas da avaliação ambiental simplificada na área urbana da bacia do Ribeirão do Tatu. (SALLES, *et al.* 2008)

As duas primeiras etapas consistiram no levantamento e revisão das informações e objetivos do uso atual dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu. Tais etapas permitiram a elaboração da caracterização ambiental, necessária à interpretação das condições ambientais dos recursos hídricos da bacia.

Na terceira etapa foi realizado um trabalho de campo no qual toda a extensão do córrego foi percorrida com a finalidade de realizar um reconhecimento visual dos principais problemas e impactos ambientais. Como auxílio foi usado a Ficha de Identificação do Ponto e Indicadores de Possíveis Impactos – (Figura 10), cuja finalidade é de uniformizar os dados.

Na quarta etapa, criou-se um índice de análise ambiental simplificado (Figura 10), com pesos para cada impacto (modificado de SARDINHA *et al.*, 2007). O preenchimento deste formulário permitiu a identificação de impactos ao meio ambiente (danos aos corpos d'água, conservação da vegetação e fauna, erosão) e também danos que comprometem a qualidade de vida no meio urbano (riscos aos indivíduos que transitam pelas vias marginais, danos à paisagem, poluição sonora e risco de quedas).

No levantamento de campo foram utilizados os equipamentos Global Positioning System (GPS) para tomada de coordenadas geográficas e altitude e câmara Olympus VG -160 para as fotos e sonda multi parâmetros marca YSI, Modelo YSI 85.

Foram somados os pontos de cada indicador (mínimo zero e máximo de 24 pontos), sendo que, quanto maior a pontuação, menor o nível de impacto ambiental na região estudada (Figura 10).

De 24 a 19 pontos há mínima ou pouca presença de impacto, de 18 a 13 moderada presença de impacto, de 12 a 7 pontos tem-se impacto alto ou preocupante e, menor ou igual a 6, presença muito alta de impacto.

Intervalo de valores	Classificação dos impactos
0-6	Muito alto impacto
7-12	Alto impacto
13-18	Moderado impacto
19-24	Pouco impacto

Figura 10: Classificação dos impactos ambientais na área urbana da bacia do Córrego do Ribeirão do Tatu.

A quinta etapa consistiu na avaliação de campo através do preenchimento do questionário (Figura 10) em 10 pontos localizados nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu (Figura 10), ou seja, Ribeirão Tatu (R-1 a R-10). Ainda com o objetivo de verificar possíveis impactos potenciais nos recursos hídricos do Ribeirão Tatu e confrontar os dados obtidos com os questionários de avaliação ambiental simplificada, foram feitas análises físico-químicas de alguns parâmetros em quatro pontos de amostragem, ou seja, no Ribeirão Tatu (R4, R5, R6, e R9 (Figura 11). Os parâmetros físico-químicos caracterizados neste trabalho foram temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos totais dissolvidos - STD (mg/L) sendo todos os valores obtidos através sonda multiparâmetros de leitura direta no próprio local de amostragem.

As etapas seis e sete permitiram avaliar as causas e determinar estratégias de manejo para as atividades analisadas, sendo, para tanto, adotado o modelo de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 2004). Esse modelo baseia-se em três frentes, a pressão do homem, o estado do meio e a resposta da sociedade, servindo para identificar as prováveis causas dos impactos ambientais e definir as estratégias de manejo. Finalmente a etapa oito, consistirá no monitoramento dos indicadores de impacto fornecendo os dados para uma avaliação contínua de ações de manejo a serem implantados.

Impactos na vegetação	Peso	Erosão no entorno	Peso
Sem vegetação	3	Boçoroca	3
Com vegetação rasteira	2	Sulco	2
Com vegetação arbustiva	1	Ravina	1
Com vegetação arbórea	0	Sem erosão	0
Lixo no entorno		Riscos associados à saúde	
Muito lixo	3	Escorregar/ Ferimento Fatal	3
Pouco lixo	2	Escorregar/Ferimento Traumatico	2
Lixo em latões	1	Escorregar/Ferimento Leve	1
Sem lixo	0	Sem Risco Associado	0
Saneamento		Som	
Esgoto	3	Grande quantidade de som	3
Fossa	2	Média quantidade de som	2
Dejetos ou Urina	1	Pequena quantidade de som	1
Ausente	0	Sem problemas com som	0
Fauna		Danos à paisagem	
Ausência de animais nativos	3	Vandalismo	3
Pequena presença de animais	2	Danos no Entomo	2
Moderada presença de animais	1	Inscrições em rocha/Vegetação	1
Grande presença de animais	0	Sem danos	0

Figura 11: Ficha de identificação aplicada em campo com possíveis indicadores de impactos e índice de avaliação ambiental simplificada (modificado de Sardinha *et al.*, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação ambiental simplificada

A Figura 12 apresenta os resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu (SP). Como se pode observar 40%, 30% e 30% dos pontos avaliados apresentaram “mínimo”, moderado” ou alto” nível de impacto, respectivamente. Não houve ponto avaliado com nível de impacto muito alto.

PONTOS	TIPOS DE IMPACTO			
	MÍNIMO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO
R1	X			
R2	X			
R3		X		
R4	X			
R5			X	
R6		X		
R7			X	
R8		X		
R9			X	
R10	X			

Figura 12: Resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu

4.2 Parâmetros físico-químicos

Os resultados dos parâmetros físico-químicos caracterizados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu são apresentados na Figura 13.

PONTOS CARACTERIZADOS	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)	pH	OD (mg/L)	STD (mg/L)
R4	210	24,4	8,2	6,82	128
R5	192	24,4	8,2	7,28	122
R6	163	27,4	8,7	6,6	101
R9	149	28,5	9,1	6,1	91
MÉDIA	178,5	26,175	8,55	6,7	110,5

Figura 13: Resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos caracterizados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu - R4, R5, R6 e R9.

A condutividade de uma solução é a sua capacidade de transportar a corrente elétrica. Ácidos, bases e sais são bons condutores, enquanto as moléculas orgânicas não dissociadas conduzem pouco. Por outro lado, o parâmetro condutividade elétrica não determina quais íons estão presentes em solução, podendo atribuir altos índices de condutividade a fontes não pontuais, como efluentes de áreas residuais e/ou urbanas, águas de drenagem de sistema de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas. O valor médio analisado para condutividade na bacia do Ribeirão Tatu foi de 178,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo os menores valores obtidos nos pontos R6 e R9 (163 e 149 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Após passar pela área urbana de Ribeirão Tatu os valores de condutividade aumentam até a sua foz (de 149 para 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

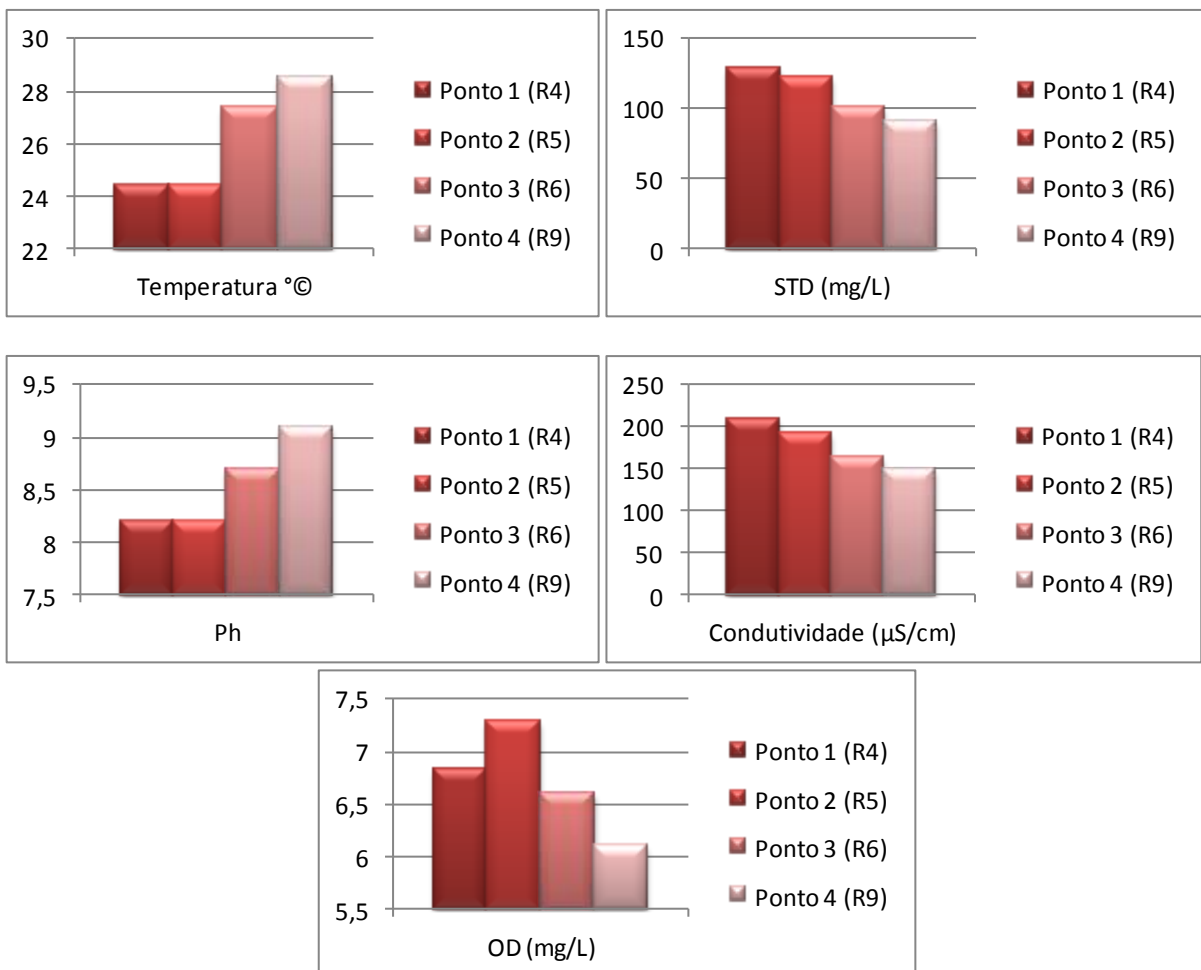


Figura 14: Valores de condutividade, temperatura, PH, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido para as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu - R4, R5, R6 e R9.

A temperatura desempenha papel principal de controle no meio aquático, determinando no direcionamento das reações que afetam os processos químicos, físicos e biológicos, exercendo, assim, uma enorme influência na atividade biológica e no crescimento de organismos aquáticos. Como pode ser observado nos resultados apresentados na Figura 14, houve variação de apenas 4°C da temperatura da água entre os pontos onde este parâmetro foi caracterizado. O maior valor para a temperatura da água foi registrado no ponto R9 (28,5°C), após o Ribeirão Tatu percorrer toda a área urbana do município de Limeira, sendo o valor da temperatura média da água 26,176°C. O aumento da temperatura ao longo do Ribeirão Tatu está relacionado ao aumento da temperatura do ar ao longo do dia, pois os primeiros pontos foram caracterizados no período da manhã (R4, R5) onde a temperatura do ar é mais amena que no período da tarde, onde foram obtidos os maiores de temperatura da água (R6, R9).

O pH governa as propriedades solventes da água e pode determinar a extensão e tipo das reações físicas, biológicas e químicas possíveis de acontecer em um sistema aquático ou entre ele e as rochas e solos ao redor. Sobre as comunidades, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular, e entre os organismos e o meio (ESTEVEES, 1998). O pH também possui um efeito indireto, podendo, em determinadas condições contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, e em outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Os valores de pH caracterizados em todos os pontos de amostragem indicam que as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu são alcalinas (pH médio de 8,5), sendo o maior valor registrado no ponto R9 (9,1) a montante do município de Limeira, e o menor valor obtido nos pontos R4 e R5 (8,2).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O₂) é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas se devem ao consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVEES, 1998). As maiores e menores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas nas regiões

próximas da nascente (ponto R5 -7,28 mg/L) e do exutório (ponto R9- 6,1mg/L) do Ribeirão Tatu, respectivamente.

Atribuí-se o decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido ao longo do Ribeirão Tatu à decomposição de matéria orgânica (por oxidação) oriunda dos efluentes domésticos da cidade de Limeira. Além disso, o acréscimo dos valores de condutividade ao longo do Ribeirão Tatu e nos seus afluentes também deve ser atribuído à decomposição de matéria orgânica dos efluentes domésticos da cidade de Limeira.

De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, (SÃO PAULO, 1977), o Ribeirão Tatu está enquadrado como Classe 4, a qual é definida segundo a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), como: águas doces destinadas à navegação; à harmonia paisagística. As águas doces de Classe 4 devem observar as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas, não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, variando entre 4,0 e 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; VII - pH: 6,0 a 9,0.

Como pode ser observado com os resultados apresentados neste trabalho todos os valores de pH encontram-se dentro das condições e padrões que os corpos d'água Classe 4 devem possuir. Já em relação aos valores de oxigênio dissolvido, nenhum ponto localizado na área urbana de Limeira apresentaram valores entre 4,0 e 2,0 mg/L, como indicado para os corpos d'água Classe 4. Os pontos de amostragem localizados a jusante da área urbana de Limeira mostram valores maiores de oxigênio dissolvido que as condições e padrões propostas para corpos d'água Classe 4. Todo trecho do Ribeirão Tatu localizado entre a sua nascente até o início da área urbana de Limeira possuem condições de corpos d'água Classe 2, ou seja, valores de oxigênio dissolvido acima de 5,0 mg/L.

Porém, de acordo com a avaliação ambiental simplificada, observou-se que no Ribeirão Tatu há a presença de materiais flutuantes, odor, óleos e graxas (pontos R3, R5 e R6) desde a área próxima de sua nascente, indicando uma condição de Classe 4 para todo o trecho do Ribeirão Tatu.

4.3 Monitoramento e estratégias de manejo

Os resultados gerados através da avaliação ambiental simplificada demonstram que 30% dos locais visitados apresentam impacto ambiental alto ou preocupante (Pontos R5, R7 E R9). Assim, pelo uso do método proposto, esses pontos devem ter a identificação das causas prováveis de seus impactos ambientais (fase 6) e estratégias de manejo (fase 7). Após a realização dessas etapas, esses pontos devem ser monitorados, visto que, para os demais locais, essa fase de monitoramento ambiental periódico já deveria estar sendo realizada, proporcionando um controle eficaz dos recursos naturais encontrados nesta bacia.

O monitoramento ambiental deve envolver essencialmente a coleta, análise e avaliação de dados ambientais para a orientação da melhor maneira de manejo ambiental para o local estudado. As técnicas a serem utilizadas devem estar embasadas em consultas à literatura e debates com profissionais da área ambiental.

Esse monitoramento poderá fornecer, ao longo do tempo, uma base de dados para o uso futuro desses recursos naturais, além de determinar se os objetivos das ações de manejo estão produzindo os resultados esperados sem alterar as características do ambiente.

Utilizando-se o modelo de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994), foi possível identificar algumas estratégias de manejo para os locais analisados que possuem alto ou preocupante impacto ambiental (Figura 15). Os impactos ambientais caracterizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Tatu indicaram que os indicadores biofísicos mais afetados nas áreas urbanas foram: o lançamento de esgotos in natura, o vandalismo e impactos sonoros, além de perda de biodiversidade e da cobertura vegetal.

Indicador	Pressão	Estado	Resposta
Saneamento	Lançamento de efluentes	Despejos "in natura" de esgoto	Sistema de tratamento de efluentes adequado e abrangente para os municípios da bacia do Ribeirão Preto
Lixo	Poluição do recurso	Pouca quantidade de lixo	Estruturação e sinalização do local para a coleta e disposição adequada dos resíduos
Erosão	Perda de solo	Erosão laminar devido à exposição de solo para pastagem	Recuperação das áreas degradadas
Impactos sonoros	Perturbação e desequilíbrio do ecossistema	Impactos significantes	Estudo apropriado revelando a capacidade do meio em relação aos impactos sonoros
Riscos à saúde	Acidentes leves até fatalidades	Riscos de ferimento leve	Estrutura adequada à prestação de serviços e sinalização
Danos ao atrativo	Danos no entorno e poluição visual	Vandalismo no entorno	Constantes fiscalizações, sinalização adequada e restauração ao máximo do estágio natural
Fauna	Perda da biodiversidade	Não há presença de animais nativos	Recuperação das áreas degradadas
Cobertura vegetal	Desmatamento para áreas agrícolas e urbanas	Vegetação composta por gramíneas ou ausentes devido à impermeabilização do solo	Cumprimento legal e conservação das áreas de APP's, recuperação das áreas degradadas, controle e planejamento adequados à expansão urbana

Figura 15: Sugestão de estratégias de manejo elaboradas em função dos impactos detectados e suas causas prováveis. Modelo de Pressão-Estado-Resposta (modificado de OECD, 1994).

Além dessas sugestões para diminuir os impactos ambientais na bacia do Ribeirão Tatu, ainda é possível citar mais algumas medidas que deveriam ser implantadas, tais como:

- Aumentar a qualidade ambiental através da implantação de Unidades de Conservação (parques lineares), projetos de educação e ações participativas com a sociedade;
- Conhecer as comunidades locais e manter diálogos com regularidade para oportunizar seu crescimento;
- Criar mecanismos para facilitar a interlocução do poder público com a sociedade;
- Melhorar a colaboração entre os órgãos governamentais e os produtores rurais;
- Capacitar mão de obra qualificada;
- Aplicar técnicas de uso e conservação do solo.

Programas de educação ambiental para população local também devem fazer parte da proposta de minimização dos impactos descritos neste estudo. Estes programas de educação ambiental podem despertar nas pessoas a conscientização dos valores dos ecossistemas encontrados, relacionando os recursos naturais com o cotidiano dos habitantes. Para uma eficiência ainda maior desses programas, devem-se promover atividades educativas para as crianças nas escolas e oficinas de trabalhos para a comunidade em geral, sempre com o objetivo de demonstrar que se bem aproveitados, conservados ou preservados, os recursos do meio ambiente só trazem benefícios para a comunidade.

5 CONCLUSÕES

Uma análise ambiental simplificada serve para nos dar uma visão geral das condições da bacia, oferecer uma graduação dos impactos observados, seleção das ações necessárias e sua ordem de prioridade. Também nos ajuda na maneira de agir em situações potencialmente perigosas e que poderão ser resolvidas com técnicas mais simples e menor custo. Acima de tudo, a análise ambiental simplificada mostra a visão que as pessoas, individualmente ou como estrato social, têm do ambiente de um modo geral, da questão da água e a sua integração e responsabilidade.

Os impactos negativos originados das atividades humanas estão, a princípio, relacionados aos danos potenciais ao meio ambiente. Os ecossistemas naturais, muitas vezes, não comportam essas atividades e não suportam o excessivo número de habitantes humanos. A utilização do método proposto contribuiu para facilitar e orientar a coleta das análises de campo, integrando as informações referentes aos indicadores biofísicos de impactos ambientais e as sugestões quanto à conservação dos recursos naturais.

Medidas mitigadoras relacionadas ao cumprimento das legislações ambientais, recuperação de áreas degradadas e planejamento da exploração dos recursos naturais, entre outras, que consigam reduzir os impactos observados, e a elaboração de um programa de monitoramento e de educação ambiental devem ser implantadas para que não haja a continuidade dos processos de degradação ambiental já instalado nesta região.

Envolver o Ministério Público, Segurança Pública, Polícia Ambiental e Guarda Municipal na proteção do cidadão e das áreas no entorno das matas e dos corpos d'água deve ser obrigação para com a cidade, onde a população deve ser seduzida com propostas que retome a qualidade do meio ambiente, através de jogos, atividades em igrejas, praças, escolas.

Depois de muitas análises e trabalhos de campo pude comprovar que além dos impactos ambientais obtidos nos parâmetros físico-químicos, os impactos ambientais também ocorrem pelo descaso e abandono do Governo Municipal para com a Cidade de Limeira, e isso muito me entristece.

Acreditava que este trabalho pudesse esclarecer que a atividade principal que Limeira tem hoje prejudicasse a qualidade dos recursos hídricos de Limeira, porém

não foi esse o resultado principal obtido. O que se observou foi uma homogeneidade no trecho em estudo, comprovando que não há presença de materiais químicos e metais pesados na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tatu.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Características climáticas**. Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-gerais-das-bacias.html>>. Acesso em: 26 outubro de 2015.

ÁGUAS DE LIMEIRA. **Tratamento**. Disponível em: <<http://www.aguasd limeira.com.br/tratamento.asp#>>. Acesso em 04 de ago. de 2015.

ALMEIDA, F.F.M. **Os fundamentos geológicos do relevo paulista**. Bol. IGG 41: 169-253, 1964.

BRANDÃO D. **Risco de degradação dos recursos hídricos na bacia do Ribeirão Pinhal – Limeira (SP): uma proposta metodológica**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 26 set. 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2015. **Censo Demográfico**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2006/2015.shm>. Acesso em: 26 outubro de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução, nº 357**. Diário Oficial da União. Brasília, 2005.

BRIGHETTI, J.M.P. & CAETANO-CHANG, M.R. Fácies de dunas e lençóis de areia em sedimentos da Formação Pirambóia na região de Rio Claro (SP). In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 4, 1995, São Pedro.

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG. **Revista da Propriedade Industrial**. Rio de Janeiro, n.1464, 1999.

CETEC. **Situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba Capivari e Jundiaí**. UGRHI 5. FEHIDRO, vol. 1 (Relatório Técnico Final), 1999.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. 297p. (Série Relatórios).

DANIEL, L. A. **Parceria da universidade na gestão dos recursos hídricos**. In: FREITAS, M. I. C.; LOMBARDO, M. A. (Org.). Universidade e comunidade na gestão do meio ambiente. Rio Claro: AGETEO, p. 119-121, 2000.

DEFFONTAINES, P. **Regiões e Paisagens do Estado e São Paulo: primeiro esboço de divisão regional**. Geografia. São Paulo 1 (2):117-169, 1935.

DUARTE, Fábio. **Rastros de um rio urbano - cidade comunicada, cidade percebida.** *Revista Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. IX, n. 2, p. 105-122, jul./dez.2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n2/v9n2a06.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2015.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2º Ed, Interciência, Rio de Janeiro, 1988.

FREIXEIDAS-VIEIRA, M. V.; PASSOLD, A. J.; MAGRO, T. C. **Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM.** In: **II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação.** Campo Grande. Fundação o Boticário de Proteção a Natureza, Rede Nacional Pró Unidade de Conservação, v. 2, p. 296-305, 2000.

OLIVEIRA, J.B; de CAMARGO, M.N.; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida.** Campinas. Instituto Agrônômico/EMBRAPA Solos. Campinas. 64p. Inclui Mapas, 1999.

PERINOTTO, J. A. J.; ZAINÉ, J. E. **Anotações de aula de Geologia de Campo I.** 2008

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA 2006. **Informações sobre o município.** Disponível em: <<http://www.limeira.sp.gov.br>>. Acesso em 4 de ago. de 2015.

REDONDANO, D. C. *et al.* **Atlas Municipal Escolar Geográfico, Histórico e Ambiental de Limeira.** Limeira: UNESP, 2000.

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T., ANGELUCCI, V. A., SIA, R., PEDRAZZI, F. J. M.,CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F., SARDINHA, D.S. NAVARRO, G. R. B. **Avaliação simplificada de impactos ambientais na bacia do Alto Sorocaba (SP).** *Revista de Estudos Ambientais, Blumenau (SC)*, v.10,n.1,pp. 6-20. 2008.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Decreto nº 10.755.** São Paulo, Cetesb, 1977.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; CARVALHO, D. F.; CUNHA, R.; SOUZA, A. D. G. **Impactos do uso público em atrativos turísticos naturais do município de Altinópolis (SP).** *Geociências, Rio Claro*, v.26(2), p. 161-172, 2007.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Dados 2007. **Informações dos municípios paulistas (São Paulo em dados).** Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em 4 de ago. de 2015.

ZAINÉ, M. F., PERINOTTO, J.A. **Patrimônios naturais e história geológica da região de Rio Claro-SP.** *Rio Claro: Câmara Municipal de Rio Claro.* Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro, 91 p, 1996.

ANEXOS - FOTOS

PONTO R1



PONTO R4



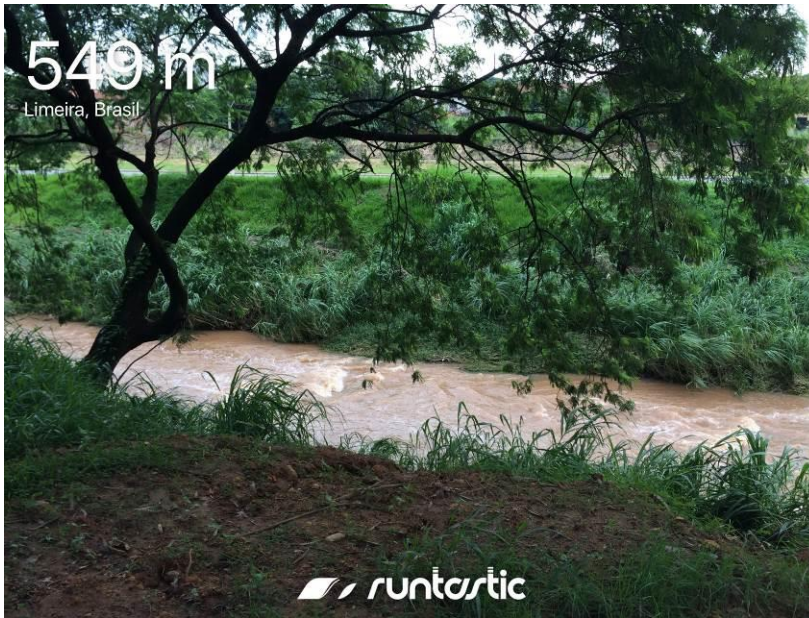
PONTO R3



PONTO R5



PONTO R6



PONTO R7



PONTO R8



PONTO R9



PONTO R10



PONTO 1(R1) - Elevação: 568m; Coordenada Geográfica: S: 22°32'41" O: 47°24'59".

PONTO 2(R2) - Elevação: 565 m; Coordenada Geográfica: S: 22°32'55" O: 47°24'33".

PONTO 3(R3) - Elevação: 557m; Coordenada Geográfica: S: 22°32'57" O: 47°24'21".

PONTO 4(R4) - Elevação: 562m; Coordenada Geográfica: S: 22°32'35" O: 47°24'44".

PONTO 5(R5) - Elevação: 552m; Coordenada Geográfica: S: 22°33'6" O: 47°24'9".

PONTO 6(R6) - Elevação: 549m; Coordenada Geográfica: S: 22°34'13" O: 47°23'44".

PONTO 7(R7) - Elevação: 546m; Coordenada Geográfica: S:22°34'56 "O: 47°23'44".

PONTO 8(R8) - Elevação: 546m; Coordenada Geográfica: S: 22°34'13" O: 47°23'8".

PONTO 9(R9) - Elevação: 544m; Coordenada Geográfica: S: 22°34'59" O: 47°23'6".

PONTO10(R10) - Elevação:552m; Coordenada Geográfica: S:22°33'8" O: 47°24'11".