

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIETÊ NO PONTO DE CAPTAÇÃO PARA
ABASTECIMENTO PÚBLICO DE MOGI DAS CRUZES-SP, A PARTIR DE UM
ESTUDO DO USO DA TERRA**

Marcia Terezinha Bazzo

Orientador: Prof.Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela

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

SÃO PAULO

Julho/2018

Agradecimentos.....

Aos meus genitores, Julio Bazzo e Francisca Furtado Bazzo, pela vida, pela educação, pelo incentivo aos estudos, *In Memoriam...*



Ao meu orientador Prof Dr Fernando Nadal Junqueira Villela;

À Banca Examinadora, Prof^a Dra^a Ligia Vizeu Barrozo e Prof Dr Pablo Luiz Maia Nepomuceno;

À Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, e particularmente, ao químico industrial Roberto Xavier de Oliveira, pela oportunidade de estágio e desenvolvimento;

À Maristela Prestes, funcionária da Mapoteca do IGC, pela ajuda no levantamento dos mapas, cujos dados vetoriais foram utilizados para confecção do mapa base desse trabalho;

Aos amigos e familiares que souberam entender minhas ausências.

RESUMO

O ponto de captação para abastecimento público de Mogi das Cruzes-SP, é o último ponto de captação do Rio Tietê, onde a água ainda apresenta qualidade para consumo humano. O Rio Tietê, depois desse ponto recebe grande aporte de poluição da região de Mogi das Cruzes, sendo que suas águas já não são adequadas para o abastecimento público. Devido a esse fator, o ponto de captação foco desse estudo é um parâmetro importante para avaliação das condições de preservação de todo o seu entorno, o que vem a influenciar a qualidades das águas do Rio Tietê. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb, mostra em seus relatórios, que esse ponto se encontra em estado de atenção nos últimos seis anos, devido aos resultados do monitoramento. Esse estudo faz um levantamento cartográfico dos usos da terra em áreas determinadas por três raios de cobertura, a partir do ponto de captação, identificando elementos que contribuem para a poluição das águas e o que resta de elementos que ainda preservam o meio ambiente e consequentemente as águas, a fim de detectar os possíveis efeitos desses usos sobre a qualidade da água captada nesse ponto.

Palavras-Chaves: Qualidade da água, uso da terra, abastecimento público

ABSTRACT

The supply water point of Mogi das Cruzes-SP is the Tietê River last point that show enough quality for human supplying. Tietê River, after this point, receive many polution coming from Mogi das Cruzes region and its water is no more proper for public supplying. Because that, this point is especially important to evaluate the around preservation condition, that can affect the water quality. The Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb, is paying particular attention for monitoring results in this point. This work make a cartography survey of land wearing in stipulated three sphere of action, having the supplying point as a centre, to identify elements that can improve or depreciate the quality water in this point.

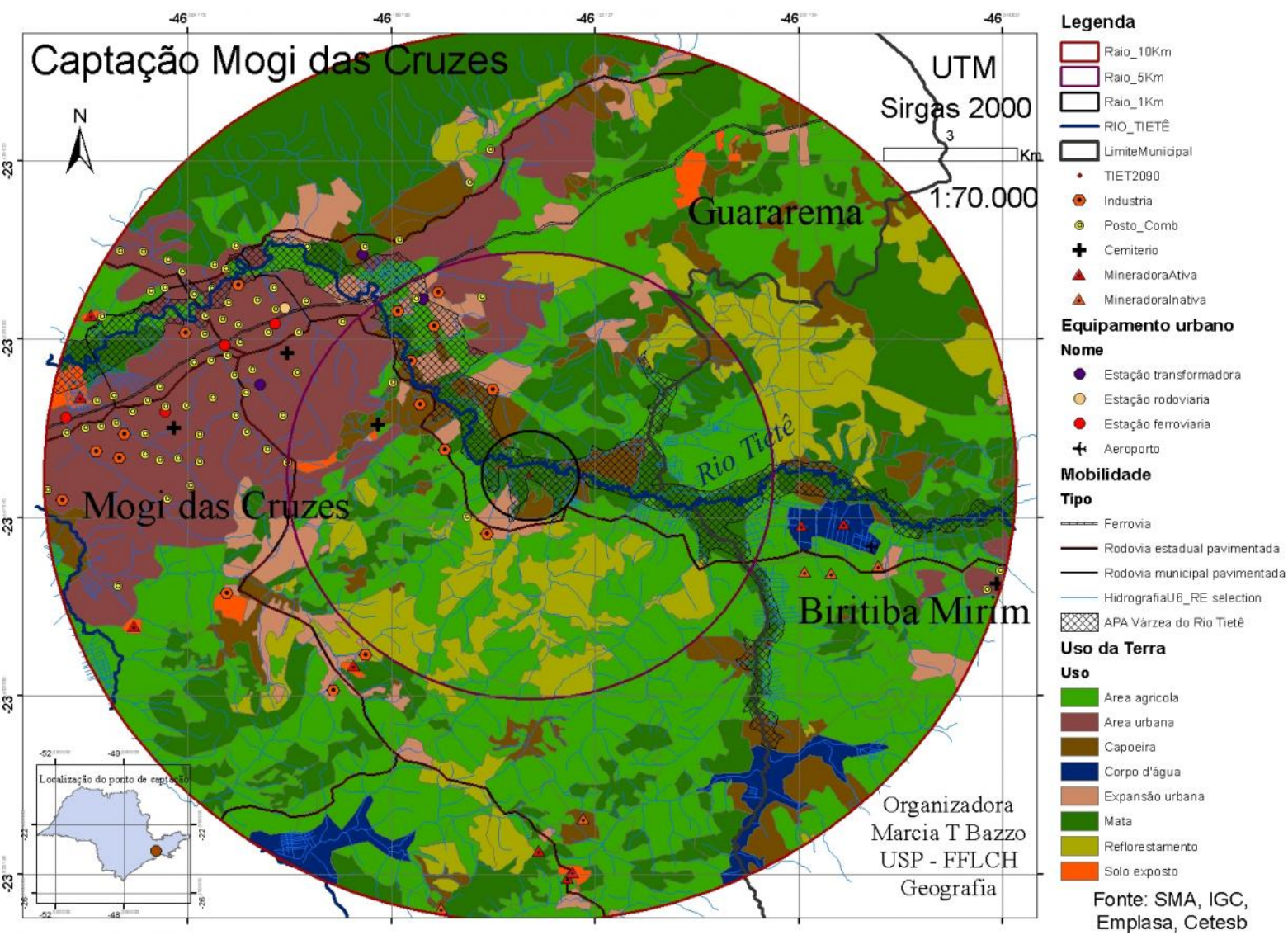
Key words: water quality, land wearing, human supplying

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa. Áreas de cobertura dos raios de 1, 5 e 10 Km.....	3
FIGURA 2. Diagrama Unifilar. Enquadramento do Rio Tietê.....	7

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Classificação do IQA.....	8
QUADRO 2. Evolução das medições do IQA no ponto e período em estudo....	9
QUADRO 3. Evolução das medições do IAP no ponto e período em estudo....	9
QUADRO 4. Classificação dos Estado Trófico dos rios.....	10
QUADRO 5. Classificação do IVA.....	10
QUADRO 6. Evolução das medições do IVA no ponto e período em estudo..	11
QUADRO 7. Peso dos elementos da legenda.....	11
QUADRO 8. Peso relativo à distância do Ponto de Captação.....	12
QUADRO 9. Peso Final.....	12
QUADRO 10. Peso Final dos elementos em área do R=1Km.....	13
QUADRO 11. Peso Final dos elementos em unidade do R=1Km.....	13
QUADRO 12. Peso Final dos elementos em comprimento do R=1Km.....	14
QUADRO 13. Peso Final dos elementos em áreas do R=5km.....	15
QUADRO 14. Peso Final dos elementos em unidade do R=5Km.....	15
QUADRO 15. Peso Final dos elementos em comprimento do R=5Km.....	16
QUADRO 16. Peso Final dos elementos em área do R=10Km.....	16
QUADRO 17. Peso Final dos elementos em unidade do R=10Km.....	17
QUADRO 18. Peso Final dos elementos em comprimento do R=10Km.....	17
QUADRO 19. Classificação dos resíduos quanto à periculosidade.....	20



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVO.....	2
3	MÉTODOS E MATERIAIS.....	2
4	LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO.....	3
5	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO.....	4
6	SOBRE A APA VÁRZEA DO RIO TIETÊ.....	4
7	HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO LOCAL.....	6
8	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO PONTO TIE02090 DE ACORDO COM O MONITORAMENTO DA CETESB.....	7
	8.1 Enquadramento do Rio Tietê.....	7
	8.2 Pontos de Monitoramento.....	7
	8.3 O que são os índices IQA, IAP e IVA.....	8
	8.3.1 IQA.....	8
	8.3.2 IAP.....	9
	8.3.3 IET.....	9
	8.3.4 IVA.....	10
	8.4 Conclusões sobre o Monitoramento.....	11
9	SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DOS RAIOS DE COBERTURA..	11
	9.1 Raio de 1 Km.....	13
	9.2 Considerações sobre o Uso da Terra no Raio de 1 KM.....	14
	9.3 Raio de 5 Km.....	14
	9.4 Considerações sobre o Uso da Terra no Raio de 5 Km.....	16
	9.5 Raio de 10 Km.....	16
	9.6 Considerações sobre o Uso da Terra no Raio de 10 Km....	18
10	DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NAS ÁREAS DE COBERTURA E SEUS POSSÍVEIS EFEITOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	18
	10.1 Urbanização.....	18
	10.1.1 Lixo e Disposição de Resíduos.....	19
	10.1.2 Sobre a Urbanização de Mogi das Cruzes.....	20
	10.2 Expansão Urbana.....	21
	10.3 Postos de Combustíveis.....	22
	10.4 Cemitérios.....	22
	10.5 Aeroportos.....	24
	10.6 Estações Rodoviária e Ferroviária.....	25
	10.7 Indústrias.....	25
	10.8 Atividades Agrícolas.....	26
	10.8.1 Irrigação.....	26
	10.9 Mineração.....	28
	10.10 Capoeira.....	29
	10.11 Reflorestamento.....	30
	10.12 Solo Exposto.....	31
	10.13 Rodovia Pavimentada.....	31
	10.14 Ferrovia.....	32
	10.15 Estação Transformadora.....	33

11	SOBRE O DESMATAMENTO.....	34
12	SOBRE A MATA CILIAR.....	34
13	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS PESOS ATRIBUÍDOS.....	35
14	CONCLUSÃO.....	37
15	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
16	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho trata da qualidade da água captada para abastecimento público na cidade de Mogi das Cruzes. O motivo desse estudo é analisar quais os eventos podem interferir na qualidade dessa captação.

Essa captação aproveita a água do Rio Tietê, entre os municípios de Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes, e é a última captação de água do Rio Tietê para abastecimento público, antes do rio tornar-se impróprio para consumo humano. Faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, UGRHI06, e mais precisamente da Sub-bacia Tietê Cabeceiras.

A região faz parte da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais Alto Tietê Cabeceiras e do Sistema Produtor do Alto Tietê – SPAT, o terceiro em importância para a Região Metropolitana de São Paulo, (FABHAT, 2017).

Na década de 70, teve origem a política de proteção aos mananciais no estado de São Paulo, como parte do esforço para controlar a ocupação cada vez maior dessas áreas, principalmente de maneira irregular.

As primeiras medidas resultaram na delimitação das áreas de proteção e da criação de normas com restrição do uso da terra. Em 1997, a Lei estadual 9.866/97 criou as APRMs – Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais, definidas como uma ou mais sub-bacias hidrográficas regionais com interesse para o abastecimento público.

O SPAT – Sistema Produtor do Alto Tietê está localizado nas proximidades das cabeceiras do Rio Tietê e é composto por cinco reservatórios, Ponte Nova (Rio Tietê e Rio Claro), Jundiaí (Rio Jundiaí, Rio Doce e Rio Grande), Taiaçupeba (Rio Taiaçupeba Mirim, Rio Taiaçupeba Açu e Rio Balainho), Biritiba (Rio Biritiba) e Paraitinga (Rio Paraitinga). No projeto original também constam os reservatórios de Itatinga e Itapanhaú, que ainda não foram construídos.

O SPAT tinha originalmente, o objetivo de evitar a ocorrência de enchentes em São Paulo, pela contenção das vazões do Rio Tietê e seus afluentes, próximo à barragem da Penha, mas outra finalidade do sistema, era reforçar o abastecimento de água da capital, principalmente das populações da zona leste da cidade, assim como dos municípios de Arujá, Itaquaquecetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Mauá, Mogi das Cruzes, e parte de Santo André e Guarulhos, e ainda contribuir para melhorar a diluição de esgotos, fornecer água para irrigação e fornecer água para estruturas de lazer.

O Sistema Produtor do Alto Tietê desempenhou papel importante na crise hídrica de 2014/2015, ocasião em que, após longo período de estiagem os reservatórios que abastecem a Capital chegaram ao nível de 4,1%. Em dezembro de 2014 a SABESP passou a captar cerca de 39,46 bilhões de litros de água da Represa de Ponte Nova, que pertence ao SPAT, (FABHAT, 2017).

Esses reservatórios estão localizados entre os municípios de Mogi das Cruzes, Suzano, Salesópolis, Biritiba Mirim e Itaquaquecetuba, (SABESP, 2009).

O ponto de captação foco desse estudo recebe uma designação dada pelo órgão competente para monitoramento das águas, a Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, e essa denominação é TIET02090, Cetesb (2017).

Diante do que foi exposto, percebemos a importância da qualidade da água da captação no ponto TIET02090, já que este é um parâmetro único para avaliar a degradação do Rio Tietê, uma vez que essa degradação se acentua logo depois do município de Mogi das Cruzes.

Esse parâmetro também pode ajudar a avaliar o nível de degradação do meio ambiente no entorno do ponto de captação, uma vez que se trata de uma área que abriga mananciais, com remanescentes de florestas e atividades antrópicas controladas.

Próximo das nascentes do rio, essa captação é um indicador importante que pode servir de alerta para ameaças de poluição numa região de proteção de mananciais e de extrema importância para toda a RMSP.

O período analisado vai de 2011 a 2016.

2 - OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é fazer um levantamento do impacto do uso da terra na qualidade da água no ponto de captação para abastecimento público de Mogi das Cruzes, no Rio Tietê, através do mapeamento de três áreas de estudo, determinadas a partir de três (3) raios de cobertura de um (1), cinco (5) e dez (10) quilômetros e tendo como centro o ponto de captação.

3 – MÉTODOS E MATERIAIS

Foi utilizado um método de multicritérios, considerando distâncias e uso da terra. Isso se deu pela criação de um mapa com raios de cobertura de um (1), cinco (5) e dez (10) Km, tendo como ponto central a captação de água para abastecimento público da área urbana de Mogi das Cruzes-SP, situada na bacia hidrográfica do Rio Tietê (**Figura 1**).

Foram determinados os seguintes elementos para o estudo dos raios de cobertura: Área agrícola, Área urbana, Expansão urbana, Capoeira, Equipamento urbano (desdobrado em Aeroporto, Estação Ferroviária, Estação Rodoviária e Estação Transformadora), Mata, Reflorestamento, Indústria, Mineradora Ativa, Mineradora Inativa, Solo exposto, Cemitério, Posto de combustível, Ferrovia e Rodovias pavimentadas municipais e estaduais.

Esses elementos estão presentes na legenda do Mapa da **Figura 1**.

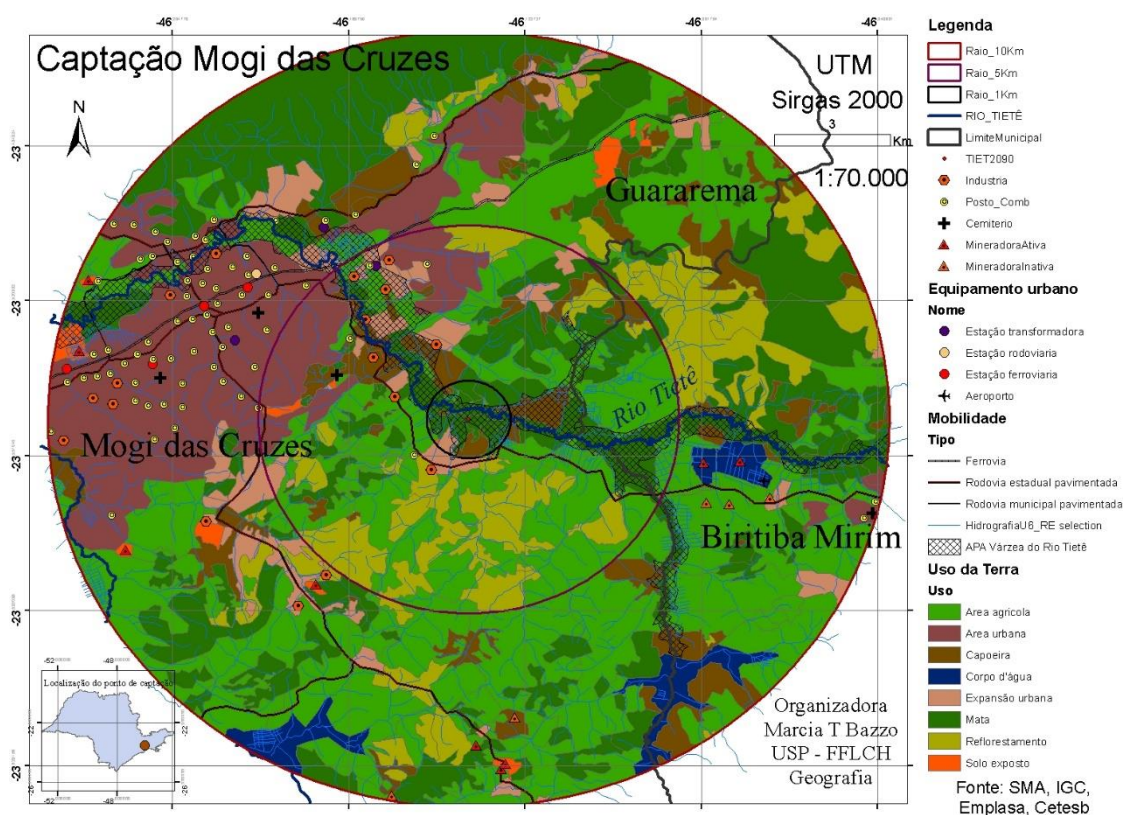
As fontes utilizadas foram mapas elaborados pela Secretaria do Meio Ambiente – SMA, (2003), IGc e Embrapa e dados vetoriais de Uso da Terra elaborados pela Cetesb, (2017).

A ferramenta utilizada para a criação do Mapa foi o software ArcGis. Versão 10.2.

Os dados vetoriais, como os elementos pontuais e das rodovias e da ferrovia, foram obtidos a partir dos mapas da SMA fornecidos pelo IGC, depois que estes mapas foram convertidos para extensão .tiff e georreferenciados pelas coordenadas do ponto de captação e outros três pontos vizinhos ao ponto de captação. A seguir esses dados vetoriais foram montados sobre o mapa de uso da terra, o qual foi delineado pela autora sobre foto de satélite obtida no software ArcGis (Basemap).

Outros dados vetoriais foram obtidos da Cetesb, como o da Subbacia Tietê Cabeceiras, e da divisão municipal do Estado de São Paulo.

Figura 1. Áreas de cobertura dos raios de 1, 5 e 10 KM.



4 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO

O ponto de captação foco desse estudo, como já foi mencionado, está localizado no Rio Tietê, município de Mogi das Cruzes, a menos de 7 Km a montante da área mais urbanizada da cidade. O ponto encontra-se à jusante do município de Biritiba Mirim, sendo que a distância é de mais ou menos 10Km da parte mais densa da aglomeração urbana de Biritiba Mirim.

De acordo com o critério da Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, este ponto de captação recebe a denominação de TIET02090 e suas coordenadas geográficas são: 23°32'45" S, 46°8'4" W, (Cetesb, 2017).

5 - CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

A região foco desse estudo está assentada sobre rochas do embasamento cristalino e sedimentos da Formação São Paulo, Rocha,(2014), caracterizada pelos “mares de morros”, entre a Serra do Itapeti e a Serra do Mar. Nas calhas aluviais predominam as planícies meândricas com depósitos finos. Solos superpostos denotam coberturas coluviais soterrando *stone lines*, (Marcondes, 2007).

O município de Mogi das Cruzes, onde localiza-se o ponto TIET02090, tem sua cota máxima na Serra do Itapeti, a 1.169m, e cota mínima de 592m, na divisa com o município de Santa Isabel, (Rocha, 2014).

O vale do Rio Tietê cruza transversalmente o município, no sentido leste-oeste, e determina uma diferenciação do relevo ao norte e ao sul do município. O trecho norte caracteriza-se por terrenos cristalinos, encostas suavemente inclinadas e topos achatados. No trecho sul aparecem declividades suaves, embora crescentes na direção Sul. Entre a várzea do Rio Tietê e o trecho médio dos rios Biritiba Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba predominam formações, em sucessão, de terraços interfluviais, colinas e morrotes, desde as cabeceiras desses rios até a Serra do Mar, onde as declividades acentuam-se, (Marcondes, 2007).

Quanto aos solos, há predominância dos podzólicos e orgânicos, PMMC, (2000) *apud* (Marcondes, 2007).

A região é drenada por três bacias hidrográficas, a saber, a do Rio Tietê, Rio Paraíba do Sul e Rio Itapanhaú, sendo a principal a do Rio Tietê. Possui também três reservatórios, Taiaçupeba, que tem as funções de regularização da vazão do Rio Tietê e de abastecimento, e os reservatórios Jundiaí e Biritiba Mirim com a função de regularizar a vazão do Rio Tietê, (Almeida, 2002).

O clima é caracterizado como subtropical temperado, com verão úmido e inverno seco, com temperaturas médias anuais de 22°C. As médias de chuvas anuais variam entre 1300mm e 1450mm, mas na porção sul do município os valores pluviométricos são mais elevados, devido à presença da Serra do Mar, (Almeida, 2002).

Mogi das Cruzes tem cerca de 65,55% de seu território dentro de áreas protegidas, sendo que a região está inserida na maior reserva de Mata Atlântica do país, (Almeida, 2002).

6 - SOBRE A APA VÁRZEAS DO RIO TIETÊ

APA - Área de Preservação Ambiental é “uma área extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais, importantes para a qualidade de vida e bem-estar das populações humanas” (Moraes, 2002). Pode ser constituída de terras públicas ou privadas.

Respeitados os limites constitucionais, pode se estabelecer normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada numa APA.

A APA Várzeas do Rio Tietê foi criada para proteger a calha de inundação do Rio Tietê, é constituída de dois setores, sendo que o setor leste, onde está inserido nosso ponto de captação, foco desse estudo, começa na barragem de Ponte Nova e termina na barragem da Penha.

Tem por objetivo principal garantir a função reguladora das cheias do rio.

Abrange uma área total de 7.400 hectares e serve de abrigo para aves migratórias como garças e quero-queros, (Moraes, 2002).

Inclui em seu “espaço territorial” todos os seus recursos, inclusive suas águas jurisdicionais, FIESP/CIESP (2014). É administrada por um Conselho constituído de representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e da população residente, (FIESP/CIESP, 2014).

Dentro da APA se encontram três zonas, nas quais são definidos os usos permitidos, a saber:-

- 1- Zona de Conservação Hidrodinâmica do Cinturão Meândrico (ZCM)
- 2- Zona de Conservação Hidrodinâmica da Planície Fluvial (ZPF)
- 3- Zona de Reordenamento Sócio Ambiental da Paisagem (ZRAP)

Nas ZCM e ZPF são de uso proibido:

- 1) Aterros, asfaltamento e mudanças nas formas originais da planície fluvial (retificações e canalizações)
- 2) Implantação ou ampliação de empreendimentos habitacionais, minerários, industriais, comerciais, infraestrutura para atividades esportivas e de turismo, exceto aquelas de baixo impacto, desde que preservada a integridade morfológica de canais e planícies;
- 3) Movimentação de terra, bem como disposição de resíduos sólidos, inertes ou não, a exceção da disposição transitória decorrente do desassoreamento da calha do Rio Tietê (Bota-espera) desde que preservada a integridade morfológica dos canais e planícies;
- 4) Uso de agroquímicos, que por sua natureza, possam comprometer a qualidade ambiental da água, do ar e da saúde humana;
- 5) Cultivo de produtos transgênicos e espécies exóticas invasoras;

Na ZRAP, é proibido o uso para:

- 1) “instalações, obras ou empreendimentos que possam alterar o nível hidrostático ou contaminar o solo e a água, tais como novos empreendimentos e atividades minerárias e industriais, necrópoles, aterros sanitários, bota-fora e outras fontes de poluição com fator de complexidade “w” maior ou igual a 4 (quatro)”, conforme disposto no anexo 1 do Decreto Estadual nº 47.397/2002. Sendo que “w” se refere ao fator de complexidade das atividades listadas no Decreto acima referenciado.

Segundo a Fundação Florestal do Estado de São Paulo, as ocupações irregulares, loteamentos clandestinos, depósitos de lixo vêm ocupando cada vez

mais espaço na APA Várzeas do Rio Tietê, o que tem como consequência o desmatamento cada vez maior, (FIESP/CIESP, 2014). Isso acarreta a degradação das águas e o descontrole das enchentes.

7 - HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO LOCAL

Mogi das Cruzes, situada a jusante do ponto de captação, tem uma população estimada hoje de 433.900 habitantes, IBGE, (2017), sendo o segundo município da RMSP em território. Se destaca como polo de produção hortifrutigranjeiro, e centro de desenvolvimento tecnológico nas áreas de produção de verduras, frutas, flores e ovos. Atua também no setor exportador.

No início do século XX, Mogi já estava ligada à cidade de São Paulo pela estrada de ferro Santos-Jundiaí, o que facilitou o acesso de operários e a instalação de indústrias. Surgiram os loteamentos residenciais mais afastados e as propriedades agrícolas, o que veio a fomentar o desmatamento na região. Com o desenvolvimento da agricultura a cidade passou a integrar o “cinturão verde” ao redor de São Paulo, sendo que Mogi se destaca na produção de hortifruticultura, (Almeida, 2002).

A expansão urbana da cidade se dá ao longo do eixo leste-oeste, entre o Rio Tietê e a estrada de ferro.

O setor industrial teve grande desenvolvimento na cidade, com a instalação de indústrias de peso nas áreas metalúrgicas, siderúrgicas, alimentícias, de máquinas, cerâmicas e tecelagem, (Almeida, 2002).

Outros fatores que favoreceram o desenvolvimento econômico e a expansão da mancha urbana, foram a criação dos centros universitários e os incentivos fiscais fornecidos pelo município para implantação de novos empreendimentos.

A expansão favoreceu a ocupação das várzeas e planícies ao longo dos rios. Assim as várzeas acabaram soterradas e alguns córregos e ribeirões tamponados, tornaram-se dutos carregados de esgoto e de lixo, (Marcondes, 2007).

Infelizmente o saneamento básico não acompanhou o desenvolvimento e crescimento da cidade.

Segundo dados do IBGE (2010), Mogi das Cruzes conta com 77,0% dos domicílios permanentes conectados à rede de esgoto, mas somente 50% do esgoto coletado recebe tratamento. Trata-se de um dos piores índices da RMSP, que segundo o IBGE (2010), apresenta uma média de 87,3% de domicílios conectados à rede de esgoto.

A montante do ponto TIET02090 encontramos o município vizinho a leste de Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim, bem menos expressivo em termos populacionais, pois segundo dados do IBGE, a população estimada para 2017, é de 33.000 habitantes , numa área de 316,8 Km².

Segundo o IBGE (2010) a cidade conta com excelente sistema de saneamento básico, com 100% de atendimento para coleta, tratamento e abastecimento.

Biritiba Mirim pertenceu ao município de Mogi das Cruzes e foi emancipada em 1964.

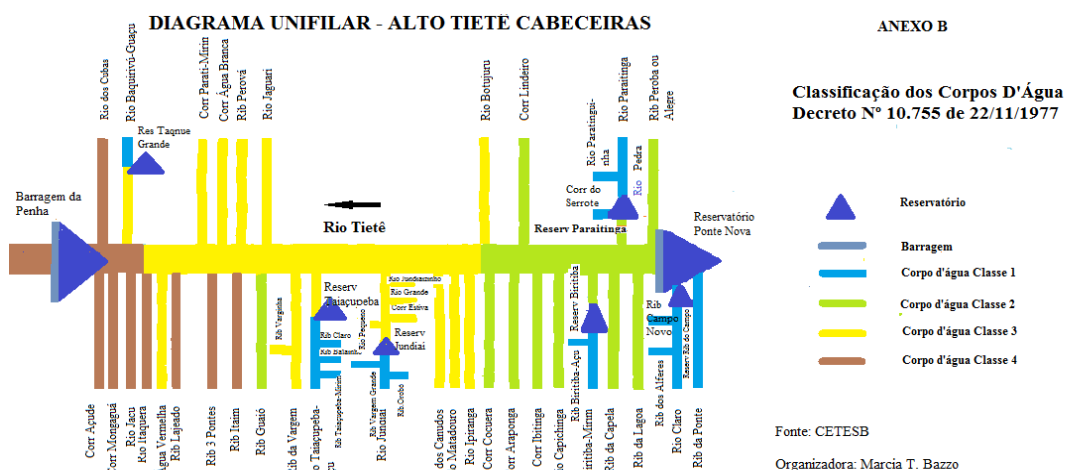
Em 1929 os primeiros imigrantes japoneses estabeleceram-se na região, dando início às atividades agrícolas. Biritiba-Mirim faz parte também do cinturão verde de São Paulo, e se destaca como centro produtor de hortifrúteis.

8 - ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO PONTO TIET02090 DE ACORDO COM O MONITORAMENTO DA CETESB

8.1 - Enquadramento do Rio Tietê

Na altura do ponto TIET02090, o rio Tietê está classificado como rio de classe 3, conforme Decreto 10.755 de 22/11/1977, o que significa que a água dessa captação é permitida para abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, conforme **FIGURA 2**.

FIGURA 2. Diagrama unifilar - Enquadramento do Rio Tietê



8.2 - Índices de Monitoramento

O alto grau de complexidade do desenvolvimento humano trouxe dificuldades para avaliação da qualidade das águas, diante dos inúmeros impactos que atingem os recursos hídricos, sejam aqueles provocados por eventos naturais ou os que são resultantes de intervenções antrópicas. Por isso foi necessário criar indicadores, cuja finalidade é o monitoramento dos cursos d'água, e de fornecer parâmetros que venham a orientar as políticas públicas, visando atender demandas, proteger, preservar e recuperar os recursos hídricos.

A Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, monitora a qualidade das águas através de índices que medem vários parâmetros, descritos na sequência.

Os índices que vão ser utilizados neste trabalho são IQA, IAP, IET e IVA.

O ponto a ser avaliado é o foco do nosso estudo:

TIET02090 – localizado no Rio Tietê no ponto principal de captação do município de Mogi das Cruzes, coordenadas 23°32'45" S, 46°8'4" W.

8.3 – O que são os índices IQA, IAP e IVA

8.3.1 - IQA – Índice de Qualidade das Águas

O IQA - Índice de Qualidade da Água, cujas variáveis traduzem a contaminação dos recursos hídricos por esgotos domésticos, é utilizado desde 1975. Este índice apresenta algumas limitações, como não considerar a presença de metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, o número de células de cianobactérias e o potencial de formação dos trihalometanos. O cálculo do IQA baseia-se na curva média desenvolvida pela Cetesb para as variáveis:

- Coliformes Fecais
- pH
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- Nitrogênio Total
- Fósforo Total
- Temperatura
- Turbidez
- Resíduo Total
- Oxigênio Dissolvido, (Cetesb, 2017).

Os valores do IQA variam de 1 a 100, conforme o **Quadro 1** a seguir:

Quadro 1. Classificação do IQA

Ótima	70 < IQA < ou = 100
Boa	51 < IQA < ou = 79
Regular	36 < IQA < ou = 51
Ruim	19 < IQA < ou = 36
Péssima	IQA < ou = 19

Fonte: Cetesb, (2017)

Evolução do monitoramento do IQA no período de 2011 a 2016 conforme **Quadro 2**.

Quadro 2. Evolução das medições do IQA no ponto e no período estudados

Ponto/ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TIET02090	36	35	34	43	25	18

Fonte: Cetesb, (2017)

8.3.2 - IAP – Índice de Qualidade das Águas para fins de Abastecimento Público;

O IAP é resultado da composição de dois outros índices o IQA e o ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas, sendo que no ano de 2016 verificou-se que dos dois grupos de variáveis que compõem o ISTO, a que mais influenciou no resultado do IAP foi o grupo das substâncias tóxicas. Dentro desse grupo o Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM) e o Número de Células de Cianobactérias foram as variáveis que mais influenciaram. Esse resultado está associado ao carreamento de partículas orgânicas para os corpos d'água, e os resultados mais altos foram obtidos nos meses mais chuvosos, de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro.

A Cetesb também analisa a influência das chuvas nos resultados dos índices, observando-se que em geral, a qualidade da água bruta é melhor nos meses secos, com 84% dos pontos classificados com qualidade BOA ou ÓTIMA. A piora da qualidade com o tempo chuvoso, com aumento dos valores do PFTHM e de Ferro, Alumínio, Manganês, Cobre e Zinco está relacionada à lixiviação do material edáfico para os corpos d'água, o que é intensificado pela ausência de mata ciliar, quando o solo fica exposto nas margens dos rios.

A classificação do IAP segue a mesma classificação do IQA, (Cetesb, 2017).

Evolução do monitoramento do IAP no período de 2011 a 2016 conforme **Quadro 3**.

Quadro 3. Evolução das medições do IAP no ponto e no período estudados.

Ponto/Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TIET02090	36	35	34	43	25	18

Fonte: Cetesb,(2017)

8.3.3 - IET – Índice de Estado Trófico

Trata-se do índice que avalia a proliferação excessiva de algas e cianobactérias, classificando os corpos d'água em diferentes estados de trofia, utilizando-se os valores de Fósforo Total e de Clorofila *a*. Esse índice sofre influências sazonais, como por exemplo, da temperatura, o que acarreta a necessidade de medições mensais, a fim de obter-se médias anuais e uma representação mais fidedigna da realidade. Onde existe captação para abastecimento público o monitoramento desse índice é obrigatório, (Cetesb, 2017).

As cianobactérias produzem toxinas, que podem levar o ser humano à morte após poucos minutos de exposição, por parada respiratória ou agindo de forma crônica, acumulando-se no fígado (Azevedo, 1998), *apud* (Cetesb, 2017).

Abaixo a classificação do Estado Trófico, elaborada pela Cetesb.

Classificação do Estado Trófico para RIOS, conforme **Quadro 4**.

Quadro 4. Classificação do Estado Trófico da água dos rios.

Categoria	Ponderação	P total (mg.m-3)	Clorofila a(mg.m-3)
Ultraligotrófico	IET \leq 47	$P \leq 13$	$Cl \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < Cl \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < Cl \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < Cl \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < Cl \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$640 < P$	$7,46 < Cl$

Fonte: CETESB, (2017)

O IET entra na formulação do IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática, cujos resultados serão analisados a seguir:

8.3.4 - IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática;

Índice criado para avaliar as condições de manutenção e reprodução das comunidades aquáticas. Por isso avalia a presença de contaminantes químicos tóxicos e seus efeitos sobre os organismos aquáticos (toxicidade), além de duas variáveis consideradas essenciais para a biota, o oxigênio dissolvido e o pH, variáveis que são agrupadas no IPCA – Índice de Variáveis Mínimas para Preservação da Vida Aquática, e ainda considera o IET – Índice de Estado Trófico para a sua composição, de forma que também traz informações sobre o estado trófico da água. O IVA só será aplicado para corpos d'água enquadrados nas classes 1,2,3 conforme Resolução CONAMA 357/05, (CETESB, 2017).

Depois de todas as ponderações a classificação final do IVA segue a abaixo conforme **Quadro 5**.

Quadro 5. Classificação do IVA.

Categoria	Ponderação
Ótima	$IVA \leq 2,5$
Boa	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
Regular	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
Ruim	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$
Pessima	$6,7 < IVA$

Fonte: Cetesb,(2017)

Evolução do monitoramento do IVA no período de 2011 a 2016, conforme **Quadro 6**.

Quadro 6. Evolução das medições do IVA no ponto e no período estudados.

Ponto/Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TIET02090	2,8	5,4	3,6	3,8	4,8	4,2

Fonte: Cetesb, (2017)

8.4 - Conclusões sobre o monitoramento

Com relação ao **IQA**, a qualidade da água captada no ponto TIET02090 demonstrou qualidades **RUIM de 2011 a 2013**, evoluiu para qualidade **REGULAR em 2014**, voltou a ficar **RUIM em 2015** e baixou para qualidade **PÉSSIMA em 2016**.

Com relação ao **IAP** a evolução **foi igual** no mesmo período.

O **IVA** apresentou uma qualidade **BOA em 2011** caiu para **RUIM em 2012**, passou para **REGULAR nos anos de 2013 e 2014**, voltou a ficar **RUIM em 2015** e apresentou melhoras em **2016** quando a água foi classificada como **REGULAR** novamente.

Assim o último ponto de captação para abastecimento público do Rio Tietê, antes da mancha de poluição da Capital vem apresentando uma visível e preocupante degradação da qualidade da água. Os índices estudados não apresentaram melhoras no período e o IQA e IAP apresentaram avaliação péssima, o que representa uma evidente degradação da qualidade da água.

9 – SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DOS RAIOS DE COBERTURA

Após a criação dos raios foi possível quantificar os usos da terra em cada cobertura, verificando-se seu domínio em área (Km²), comprimento ou total de unidades, implicando na intervenção antrópica nas áreas de influência a serem analisadas. Também foi atribuído um peso a cada elemento da legenda (**Quadro 7**), o qual será denominado Peso 1, com o intuito de avaliar o impacto causado pelas intervenções antrópicas na qualidade da água do Rio Tietê no município referido.

Quadro 7. Peso dos Elementos. Pesos atribuídos aos elementos da legenda do mapa de uso da terra.

ELEMENTO	Peso 1
Área agrícola	3
Área urbana	5
Capoeira	2
Aeroporto	4

Estação Ferroviária	4
Estação Rodoviária	4
Estação Transformadora	4
Mata	1
Reflorestamento	4
Mineradora ativa	4
Mineradora inativa	4
Solo exposto	3
Cemitério	5
Posto de combustível	5
Indústria	5
Expansão Urbana	5

Os pesos foram atribuídos de 1 a 5, aumentando a magnitude nessa ordem, de acordo com o grau de intervenção antrópica e do potencial de prejuízos ambientais causados por cada elemento.

Em seguida foi atribuído outro peso, denominado Peso 2, com a finalidade de relacionar a localização do elemento dentro das áreas dos raios de 1, 5 ou 10 Km, uma vez que a distância do elemento ao ponto de captação é considerada de fundamental importância.

Esse peso foi distribuído de 1 a 3 e tem magnitude inversamente proporcional à distância do ponto de captação. Ou seja, esse peso pretende indicar o grau de intervenção do elemento na qualidade da água, conforme a distância em que se encontra com relação ao ponto, considerando que quanto mais próximo o elemento estiver com relação ao ponto, maior a relevância de seus efeitos para a qualidade da água, de acordo com o **Quadro 8**.

Quadro 8. Peso da Distância. Peso atribuído a distância do ponto de captação.

DISTÂNCIA	Peso 2
Raio 1 Km	3
Raio 5 Km	2
Raio 10 Km	1

O peso atribuído à distância deverá ser multiplicado pelo peso atribuído ao elemento, e teremos então um resultado, representativo do impacto causado por cada elemento, agravado ou não, pela distância em que o elemento em questão se encontra do ponto de captação.

O resultado com relação aos pesos será chamado de Peso Final e atribuído conforme o **Quadro 9**.

Quadro 9. Peso Final, resultado do peso atribuído a cada elemento multiplicado pelo peso atribuído à distância de cada elemento ao ponto de captação.

Peso Final			
BOM	1	2	3

REGULAR	4	5	6
RUIM	7	8	9
MUITO RUIM	10	11	12
PÉSSIMO	13	14	15

9.1- Raio de 1Km

(Área total = 3,14 Km²)

O peso atribuído com relação à distância do ponto de captação é 3.

Na área determinada pelo raio de 1 km, temos conforme segue na **Quadro 10**.

Quadro 10. Peso Final dos elementos em área do R=1 Km. Elementos da legenda do mapa de uso da terra, área e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e o peso atribuído quanto à distância, com o resultado para cada elemento.

ELEMENTO	Area (Km²)	%	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Área agrícola	0,12	3,82	3	3	9
Área urbana	0	0	5	3	0
Expansão Urbana	0,20	6,37	5	3	15
Mata	2,35	74,84	1	3	3
Capoeira	0,45	14,33	2	3	6
Solo exposto	0,013	0,41	3	3	9
Reflorestamento	0	0	4	3	0

Com relação aos elementos pontuais obtivemos o que se segue no **Quadro 11**.

Quadro 11. Peso Final dos elementos em unidade do R=1 Km. Elementos da legenda do mapa de uso da terra, número de unidades e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	UNIDADES	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Indústria	1	5	3	15
Mineradora Ativa	0	4	3	0
Mineradora Inativa	0	4	3	0
Aeroclube	0	4	3	0
Cemitério	0	5	3	0
Posto de combustível	0	5	3	0

Estação rodoviária	0	4	3	0
Estação ferroviária	0	4	3	0
Estação transformadora	0	4	3	0

E com relação às vias de mobilidade segue conforme **Quadro 12**.

Quadro 12. Peso Final dos elementos em comprimento do R=1 Km – Elementos da legenda do mapa de uso da terra, elemento e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	COMPRIMENTO	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Estrada estadual pavimentada	0	4	3	0
Estrada municipal pavimentada	0	4	3	0
Ferrovia	0	3	3	0

9.2– Considerações sobre o uso da terra na área do raio de 1 Km

Podemos observar que na área delimitada pelo raio de cobertura de 1 Km a presença de matas representa 75% da área total; não há, no caso, aglomerados urbanos, mas constatamos uma área de expansão urbana. Essa área é a extensão de uma área industrial que tem continuidade além do limite do raio de 1 Km. No entanto, já se observa a ocupação pela atividade agrícola, a qual representa 3,82% da área estudada.

O ponto de captação encontra-se numa área bem protegida por mata ciliar, correspondendo ao domínio mais conservado da APA Várzea do Rio Tietê. No entanto, a área de expansão urbana correspondente à unidade industrial adentra uma pequena parcela da APA, assim como uma região de capoeira que se aproxima dos limites da APA.

Não foi observada nenhuma área de reflorestamento nesta região.

Nenhuma via pavimentada ou ferrovia atravessa os limites do raio de cobertura de 1 Km.

9.3- Raio de 5 Km

(Área total = 75,93 Km²)

A área analisada está compreendida entre o raio de 1 Km (raio interno) e o raio de 5 Km (raio externo).

O peso atribuído para essa região, com relação à distância do ponto de captação é igual a 2.

No **Quadro 13** abaixo encontramos cada elemento, com seus respectivos pesos.

Quadro 13. Peso Final dos elementos em área do R=5Km. Elementos da legenda do mapa de uso da terra, o peso relativo à intervenção antrópica e o peso relativo à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	AREA (Km ²)	%	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Área agrícola	29,77	39,20	3	2	6
Área urbana	8,16	10,75	5	2	10
Expansão Urbana	3,95	5,20	5	2	10
Mata	13,79	18,16	1	2	2
Capoeira	6,57	8,70	2	2	4
Solo exposto	0,22	0,29	3	2	6
Reflorestamento	13,47	17,74	4	2	8

Com relação aos elementos pontuais, estes seguem como relacionados no **Quadro 14**.

Quadro 14. Peso Final dos elementos em unidades do R=5Km. Elementos do mapa de uso da terra, elemento e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	UNIDADES	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Indústria	8	5	2	10
Mineradora Ativa	0	4	2	0
Mineradora Inativa	0	4	2	0
Aeroclube	0	4	2	0
Cemitério	1	5	2	10
Posto de combustível	5	5	2	10
Estação rodoviária	0	4	2	0
Estação ferroviária	0	4	2	0
Estação transformadora	2	4	2	8

E com relação às vias de mobilidade, segue como no **Quadro 15**.

Quadro 15. Peso Final dos elementos em comprimento do R=5Km. Elementos do mapa de uso da terra, elemento e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	COMPRIMENTO (Km)	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Estrada estadual pavimentada	14,0	4	2	8
Estrada municipal pavimentada	0	4	2	0
Ferrovia	0	3	2	0

9.4 – Considerações sobre a área do Raio de 5 Km

Foi observado que houve um notável avanço da atividade agrícola nessa área, que sobe para 39,2%. A presença de área urbana e de expansão urbana também é mais expressiva, representando respectivamente 11% e 5,2% da área. As matas remanescentes somam 19%, enquanto as capoeiras totalizam 6,7%. Solo exposto representa somente 0,3% e as áreas de reflorestamento 17,74%.

Com relação aos elementos pontuais observamos que as unidades industriais aumentaram para 8, postos de combustível para 5 e ainda temos 1 cemitério e 2 estações transformadoras.

Essa área é atravessada por 14,0 Km de rodovia pavimentada.

9.5- Raio de 10 Km

(Área total = 236,80 Km²)

Essa área é delimitada pelo raio de 5 Km (raio interno) e de 10 Km (raio externo).

O peso atribuído para essa região, com relação à distância do ponto de captação é igual a 1.

No **Quadro 16** abaixo encontramos cada elemento, com seus respectivos pesos.

Quadro 16. Peso Final dos elementos em área R=10 Km. Elementos da legenda do mapa de uso da terra, o peso relativo à intervenção antrópica e o peso relativo à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	AREA (Km ²)	%	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Área agrícola	84,56	35,70	3	1	3
Área urbana	36,54	15,43	5	1	5
Expansão Urbana	10,30	4,34	5	1	5
Mata	62,72	27,49	1	1	1

Capoeira	16,28	6,87	2	1	2
Solo exposto	2,15	0,90	3	1	3
Reflorestamento	17,77	7,50	4	1	4

Com relação aos elementos pontuais, estes seguem como relacionados no **Quadro 17**.

Quadro 17. Peso Final dos elementos em unidades do R=10Km. Elementos do mapa de uso da terra, elemento e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	UNIDADES	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Indústria	9	5	1	5
Mineradora Ativa	9	4	1	4
Mineradora Inativa	5	4	1	4
Aeroclube	1	4	1	4
Cemitério	3	5	1	5
Posto de combustível	67	5	1	5
Estação rodoviária	1	4	1	4
Estação ferroviária	4	4	1	4
Estação transformadora	2	4	1	4

Com relação às vias de mobilidade, segue como no **Quadro 18**.

Quadro 18. Peso Final dos elementos em comprimento do R=10Km. Elementos do mapa de uso da terra, elemento e peso atribuído quanto à intervenção antrópica e peso atribuído quanto à distância do ponto de captação.

ELEMENTO	COMPRIMENTO (Km)	Peso 1	Peso 2	Peso Final
Estrada estadual pavimentada	52,7	4	1	4
Estrada municipal pavimentada	6,7	4	1	4
Ferrovia	18,0	3	1	3

9.6 – Considerações sobre o uso da terra na área do Raio de 10 Km

Nessa área observa-se a predominância da atividade agrícola, que representa 35,7% do uso da terra. A presença de matas cobre 26,49%, e capoeira 6,90%.

A ocupação urbana representa 15,35% e a expansão urbana 2,80%.

Com relação aos elementos pontuais há um aumento significativo da presença de indústrias, cemitérios e postos de combustíveis, que sobem respectivamente para 9, 3 e 67.

Observa-se também que nessa área temos 60 Km de rodovias pavimentadas entre rodovias estaduais e municipais e 18 Km de ferrovia. Isso explica a presença de 1 estação rodoviária e 4 estações ferroviárias. Existem ainda 2 estações transformadoras.

Foi assinalado ainda a presença de um aeroclube no município de Biritiba Mirim.

Nessa área também foi observada a presença de corpos d'água, que correspondem a 6,48 Km², cerca de 2,75% da área. Esses corpos d'água correspondem à parte dos reservatórios de Biritiba Mirim e Jundiaí, além de uma mineração com diversas áreas inundadas, já no município de Biritiba Mirim, entre uma rodovia e a APA Várzea do Rio Tietê. Esse elemento – Corpos D' água - encontra-se indicado no mapa, mas não foi considerado nos estudos em foco. No entanto, a presença das minerações foi ponderada.

10 - DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NAS ÁREAS ESTUDADAS E SEUS POSSÍVEIS EFEITOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS

10.1 - Urbanização

Nas cidades, os impactos causados ao meio ambiente pelas intervenções antrópicas são os que provocam maiores alterações nas condições ambientais originais. Geralmente as alterações são irreversíveis e de difícil correção.

Além da impermeabilização do solo, da ausência de vegetação, as cidades acumulam grandes volumes de lixo, sedimentos de asfalto, restos de construção, entulhos, resíduos industriais e domésticos. Sem a proteção da vegetação, o solo torna-se impermeável e a água pluvial, não podendo ser absorvida pela terra, corre diretamente para os fluxos d'água, levando consigo o lixo e sedimentos que encontra pelo caminho. A impermeabilização do solo provoca um aumento nos volumes de enxurradas, produzindo enchentes e alagamentos. Os cursos d'água sofrem com o assoreamento dos leitos e poluição das águas pelo carreamento de lixo e sedimentos, segundo Spirn, *apud* Marcondes,(2007): “cada chuva carrega sujeira, entulho, metais pesados e fezes de animais das ruas e estacionamentos, para rios e lagos. Os sistemas de águas pluviais que drenam as superfícies pavimentadas das cidades agravam as enchentes...”.

Outra consequência resultante da ausência de vegetação, junto com a impermeabilização do solo são as ilhas de calor, alterações climáticas locais, que interferem no regime de chuvas, que por sua vez, podem alterar os fluxos dos rios e a qualidade das águas. As ilhas de calor causam tempestades súbitas e com grande volume de precipitações, com enchentes e alagamentos. As enxurradas muito fortes superam a capacidade dos cursos d'água de acolhimento das águas pluviais e aceleram os processos de assoreamento dos leitos, devido ao grande volume de detritos carregados, (Monteiro, 1976).

Outro problema típico dos meios urbanos, é o caso do saneamento básico, pois os investimentos públicos não são suficientes para atender às demandas, cuja tendência é sempre aumentar, principalmente nas grandes cidades. Dessa forma, como já foi comentado, o volume de esgoto produzido pelos centros urbanos em grande parte não é coletado, e mesmo quando o é, o esgoto coletado nem sempre é tratado. Inevitavelmente, o esgoto, produzido nas cidades acaba por ser despejado nos cursos d'água, boa parte sem tratamento, (Marcondes, 2007).

No caso desse trabalho é evidente o peso das intervenções urbanas, principalmente na bacia hidrográfica do Rio Tietê, diante da intensa urbanização de Mogi das Cruzes. Diversos riachos e córregos foram tamponados, transformando-se em galerias de escoamento de águas pluviais, ou se transformaram em esgotos a céu aberto. O município agrega não só a maior população da região, como diversas áreas industriais, e equipamentos urbanos como postos de combustível, cemitérios, estações rodoviárias e ferroviárias.

Já o município de Biritiba Mirim, além da população muito menor, conta com excelentes índices de saneamento básico.

10.1.1 - Lixo e Disposição de Resíduos

É um problema que cresce mais nas grandes cidades, mas também aparece em aglomerações urbanas menores. Além do espaço que ocupam, a decomposição dos resíduos é muito mais lenta do que o aumento da produção dos mesmos. A deposição nem sempre obedece aos critérios técnicos e legais, o que vem a agravar os problemas de contaminação. Outro problema gerado é o da instabilidade dos locais de disposição, os quais, após o esgotamento, podem ser alvo de ocupações habitacionais irregulares, (Almeida, 2002).

Segundo Tressoldi & Consoni (1998), *apud* Almeida, (2002), os tipos de resíduos e seus contaminantes são os seguintes:

- a) Decomposição de matéria orgânica do lixo, gerando o percolato ou chorume, líquido ácido e de alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O nível de poluição aumenta, quanto maior for o DBO.
- b) Os resíduos hospitalares contêm microrganismos patogênicos que podem se proliferar;
- c) Nas fossas sépticas e esgotos domésticos os contaminantes são as bactérias, vírus, compostos de Nitrogênio e Fósforo e DBO;

- d) Os contaminantes dos resíduos industriais abrangem desde os perigosos até os inertes, conforme a classificação de periculosidade da ABNT, mostrados no Quadro abaixo;
- e) Os estéreis e rejeitos de mineração, no que tange ao problema da contaminação, têm a drenagem ácida, lixiviação de metais pesados, e liberação de material sólido erodido nas áreas de disposição;
- f) Vazamentos de produtos inorgânicos em postos de combustíveis, uso de fertilizantes e pesticidas em atividades agropecuárias. Efluentes domésticos e industriais lançados nos rios e córregos, cuja contaminação se dá pela recarga artificial e pela irrigação.

Quadro 19. Classificação dos resíduos quanto à periculosidade, conforme ABNT

Categoria	Características
Classe I (perigosos)	Representam risco à saúde pública ou meio ambiente, possui uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe II (não-inertes)	Podem apresentar propriedades como inflamabilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, não sendo resíduo I ou III.
Classe III (inertes)	Não possuem constituinte algum solubilizado, em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas.

Fonte ABNT 1987

Neste estudo o problema do lixo não vai ser quantificado, mas vale ser mencionado, pois faz parte do contexto urbano de poluição do meio ambiente e das bacias hidrográficas. Sabemos que os aglomerados populacionais estão diretamente ligados à produção de lixo, aumentando a complexidade da coleta e descarte adequado desse produto indesejado das cidades.

10.1.2 - Sobre a urbanização de Mogi das Cruzes

Pudemos observar, após a confecção do mapa, que a maior aglomeração urbana e a maior intervenção antrópica estão localizadas à jusante do ponto de captação, na cidade de Mogi das Cruzes, sendo que, o que realmente afeta a qualidade dessa água são as intervenções situadas a montante do ponto, devido ao fluxo das águas do Rio Tietê correr no sentido de Biritiba Mirim para Mogi das Cruzes, e o ponto de captação estar situado entre os dois municípios.

Um dado preocupante é que Mogi das Cruzes não apresenta um bom índice de coleta e tratamento de esgoto, Cetesb (2016), já constatado desde 1995, quando Custódio menciona o fato em sua tese de doutorado. Portanto, a mancha de poluição causada no Rio Tietê pela urbanização de Mogi das Cruzes tende a aumentar.

Outros fatores que podem aumentar as manchas de poluição dos rios, além da quantidade de poluentes dispostos nos cursos d'água, são eventos como chuvas torrenciais ou estiagem, deslizamento de vertentes, desmatamento da mata ciliar. E todos esses eventos podem ser decorrentes dos processos de urbanização.

10.2 - Expansão Urbana

Convém lembrar que a expansão urbana está relacionada à “crescimento territorial urbano”, Japiassu *et al*, (2014). É um processo contínuo pelo qual as cidades passam desde o seu surgimento e pode ser caracterizado por ocupações intensivas e extensivas. A grosso modo podemos dizer que as ocupações intensivas são aquelas que resultam num aumento da densidade do espaço urbano já ocupado, como as verticalizações. As ocupações extensivas são extensões horizontais da mancha urbana, (Japiassu *et al*, 2014).

A ocupação extensiva está relacionada à transformação dos espaços rurais em urbanos, nas periferias das cidades, (Japiassu *et al*, 2014). Isso implica no desmatamento e alterações ambientais que podem afetar as bacias hidrográficas. Entre essas alterações podemos citar a instalação de infraestrutura, com abertura de vias de acesso, galerias pluviais, aterros e redes de abastecimento e de coleta de esgoto. Pode ocorrer o tamponamento e retificação de córregos, riachos e rios, com alterações do sistema de drenagem natural e da qualidade das águas pela contaminação e poluição. Alguns córregos e riachos podem ser transformados em galerias de água ou dutos de afastamento de esgoto.

A expansão horizontal das cidades também acontece quando está relacionada a instalação de complexos industriais e de serviços, mas principalmente está associada a construções com fins habitacionais, Japiassu *et al*, (2014). As áreas habitacionais têm diversas características, mas vamos focar este estudo em dois espaços habitacionais bem distintos pela faixa de renda da população: os condomínios e as ocupações irregulares e suas implicações para a degradação dos recursos hídricos.

Os condomínios costumam apresentar bom padrão de planejamento urbano e são destinados à população de média e alta renda. São implantados já com os serviços básicos estabelecidos, tais como arruamento, rede elétrica, iluminação pública, abastecimento de água e coleta de esgoto, além de vias de acesso pavimentadas.

A coleta de esgoto, uma vez implantada, e mesmo em se tratando de condomínios planejados, nem sempre significa que a rede esteja vinculada a uma estação de tratamento, pois o esgoto pode ser coletado, mas, descartado nos corpos d'água *in natura*, ou seja, sem o devido tratamento. Além disso devemos considerar que a implantação desses condomínios geralmente implica em impactos já citados como o desmatamento, e muitas vezes em retificações e tamponamento de cursos d'água, que, na maioria das vezes passam a servir como galerias pluviais e de esgoto.

Já as ocupações irregulares, caracterizadas por populações de baixa renda, migrantes e trabalhadores rurais, que não conseguem estabelecer-se em regiões urbanas mais favorecidas pelos serviços públicos. Essa população se estabelece de forma não planejada e em regiões onde não foram implantados os serviços públicos básicos, impactando ainda mais o meio ambiente, pois a ocupação do solo com o consequente desmatamento se dá de forma ainda mais descontrolada. Neste caso, os prejuízos aos cursos d'água costumam ser maiores, uma vez que os esgotos não são sequer coletados e muito menos tratados. O esgoto, *in natura*, tanto pode ser lançado diretamente nos córregos ou rios, como podem correr a céu aberto e se infiltrar no solo, o que acaba levando, de qualquer forma, aos cursos d'água, causando a deterioração da qualidade da água, tanto superficiais quanto subterrâneas. A construção de fossas sépticas, muitas vezes sem a devida regulamentação, pode ser outro fator de degradação e contaminação dos solos e cursos d'água.

As áreas de expansão urbana, no município de Mogi das Cruzes podem ser observadas, no mapa em estudo, estendendo-se ao longo das várzeas do Rio Tietê, nas três áreas de estudo, ao sul na área do raio de 10 Km e ao norte, principalmente nas áreas do raio de 5 Km e no raio de 10 km até as vertentes da Serra do Itapeti. No município de Biritiba Mirim podemos observar áreas de expansão urbana ao longo da Rodovia SP-088 e em meio às áreas de cultivo agrícola, dentro do raio de 10 Km.

10.3 - Postos de Combustível

A poluição potencialmente perigosa para os cursos d'água e advinda dos postos de combustível, deriva dos vazamentos. A poluição pode ser tanto da atmosfera, pela volatilização do combustível derramado no solo como dos lençóis freáticos, pela penetração do combustível líquido.

No caso de poluição de águas superficiais, o combustível absorvido pelo solo ou que atingiu algum lençol freático, poderá ser carregado pelas águas das chuvas ou se expandir no solo e, por fim, atingir um curso d'água.

Podemos verificar que o número de postos de combustíveis presente no município de Mogi das Cruzes é muito expressivo, 67 no total, o que representa grande potencial de contaminação de córregos e riachos tributários do Rio Tietê.

10.4 - Cemitérios

No Brasil foi publicado em 2003, pelo Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente, a Resolução nº 335 que estabelece que todos os cemitérios deverão se submeter ao processo de licenciamento ambiental. Essa normalização ocorreu após estudos demonstrarem os impactos ambientais causados pela decomposição dos corpos enterrados, tanto ao solo quanto à água e à atmosfera.

O necrochorume é o principal contaminante decorrente da decomposição. Trata-se de um líquido de aparência viscosa e cor castanho-acinzentado, composto de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias

orgânicas degradáveis. A decomposição libera diversos metais que compõem os corpos humanos, além dos utensílios que acompanham os corpos e do material das urnas.

Em solo muito úmidos ainda há o fenômeno da saponificação, quando ocorre a quebra das gorduras corporais e a liberação de ácidos graxos, que por se tratar de compostos muito ácidos são capazes de inibir a ação das bactérias putrefativas, retardando assim o mecanismo de decomposição dos cadáveres. Dessa forma o mecanismo se torna mais demorado e mais contaminante.

As urnas funerárias, se forem de madeira não são fontes significativas de contaminação do solo, mas alguns conservantes aplicados na madeira podem aumentar o impacto, principalmente se contiverem organoclorados como pentaclorofenol ou tribromofenol. As urnas de madeira não tratadas se decompõem em curto espaço de tempo e permitem a rápida disseminação dos líquidos produzidos na putrefação dos corpos. Já os caixões fabricados em metal podem contaminar o solo com ferro, cobre, chumbo e zinco, mas são relativamente raros e não significam grande impacto, (Kemerich *et al*, 2010).

Outra fonte de contaminação é a radioatividade, quando os corpos enterrados foram submetidos, antes da morte, a aparelhos emissores de radiação. A radioemissão também é liberada no solo.

No processo de decomposição também ocorre a liberação de gases que contaminam a atmosfera, principalmente gases característicos da decomposição anaeróbica, entre os quais o gás sulfídrico (H_2S), conhecido pelo cheiro de “ovo podre”, dióxido de carbono, gás carbônico (CO_2), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrato de fósforo ou fosfina (PH_3). Outros gases originados pelos adereços das urnas mortuárias são os óxidos metálicos (titânio, cromo, cádmio, chumbo, ferro, manganês, mercúrio e níquel, entre outros) que são lixiviados, além do formaldeído e metanol decorrentes dos processos de embalsamentos.

Os cemitérios ainda representam uma fonte de poluição das águas, principalmente das subterrâneas. As águas das chuvas, penetram nos túmulos e carregam consigo os compostos químicos, orgânicos e inorgânicos para o solo, e que podem alcançar e contaminar os aquíferos. Para isso também contribuem a má manutenção dos cemitérios, onde os túmulos antigos e muitas vezes em ruínas, podem apresentar rachaduras, que facilitam a entrada da água da chuva, impactando o ambiente e podendo afetar a saúde pública.

O contato do necrochorume com a água dos aquíferos cria condições favoráveis para o desenvolvimento de organismos patogênicos, os quais, na zona insaturada do solo acabam por ser eliminados devido à presença de oxigênio. O consumo da água de poços à pequena profundidade, por humanos e por animais, pode oferecer o risco de doenças provocadas pelos organismos patogênicos, (Naime, 2017).

O lixo gerado por restos de caixões e pelas vestimentas que revestem os corpos, precisa ser descartado de forma adequada pois aumentam as

possibilidades de poluição do entorno dos locais de descarte, inclusive das águas superficiais.

Além disso as águas superficiais podem ser afetadas, pelo carreamento de partículas contaminadas tanto do solo quanto da água subterrânea. Portanto, áreas próximas de cemitérios exigem monitoramento constante de águas superficiais e subterrâneas (Kemerich *et al*, 2014).

Podemos encontrar no nosso mapa 3 cemitérios no município de Mogi das Cruzes e um em Biritiba Mirim, todos localizados em áreas densamente povoadas. Existe, portanto, o risco de contaminação de córregos e riachos tributários do Rio Tietê.

10.5 - Aeroportos

No Brasil a implantação de aeroportos é regulamentada pela Resolução CONAMA nº 1 de 1986.

Os impactos gerados com a instalação de um aeroporto são vários, desde a alteração paisagística até a geração de ruídos, passando pela queima de combustível fóssil e poluição das águas pela infiltração de químicos no solo, os quais podem atingir tanto as águas superficiais como as subterrâneas. As substâncias químicas podem ser oriundas tanto de combustível e óleos, quanto de produtos utilizados na lavagem das aeronaves, Correia *et al*, (sem data).

A instalação dos aeroportos geralmente acarreta em desmatamento, implantação de infraestrutura viária, trazendo os impactos da pavimentação, alterações no relevo e consequências para as bacias hidrográficas e nos sistemas de drenagem.

Já na fase de operação, o lixo deve ter tratamento especial pois os resíduos gerados em vôos internacionais precisam ser incinerados, Correia *et al*, (sem data). Os esgotos sanitários pedem cuidados especiais, tanto aqueles oriundos das aeronaves quanto os que são gerados em terra, como em áreas de alimentação, escritórios, etc. Sempre há o risco de que agentes patogênicos trazidos em viagens aéreas venham a contaminar a população do entorno do aeroporto ou mesmo de uma área maior, Santos *et al*, (2008). Os cursos d'água podem ser os condutores dessas contaminações. Por isso alguns aeroportos já fazem o controle da qualidade da água, recolhimento das águas utilizadas nas lavagens das aeronaves, galpões e depósitos e revisão permanente dos processos de uso de substâncias químicas, para mitigar os riscos de possíveis contaminações, Correia *et al*, (sem data).

No nosso mapa contamos com a presença de um aeroclube no município de Biritiba Mirim. Em Mogi das Cruzes, segundo notícia publicada no site da prefeitura¹, há um projeto de construção de um aeroporto no distrito de Jundiapéba.

¹ <http://www.mogidascruzes.sp.gov.br>, acessado em 15/06/2018

10.6 - Estação Ferroviária e Rodoviária

Os terminais ou estações ferroviárias ou rodoviárias são instalações que podem impactar o meio ambiente por diversos tipos de intervenções, além da poluição do ar, da água e sonora. Convém lembrar ainda dos efeitos estéticos na paisagem urbana.

Na fase de implantação esses terminais podem resultar em desmatamento ou supressão de áreas verdes urbanas. Precisam da implantação de um complexo viário para atender à mobilidade das pessoas, o que traz consigo o aumento de tráfego de pessoas e de veículos, poluição difusa por poeira, gases de escapamento, partículas de borracha dos pneus e de asfalto.

No entorno dessas instalações geralmente proliferam comércio de comida e bebida, além de lojas de roupas, calçados e presentes e lembrancinhas. O lixo descartado de maneira irresponsável pelas pessoas que circulam pelo local pode gerar muitos transtornos, como alagamentos, além do carreamento para córregos e galerias. O afastamento dos efluentes sanitários tanto das áreas de alimentação quanto de ônibus e trens deve ser permanentemente controlado para que não ocorra contaminação e poluição de córregos, rios e galerias. Isso tudo pode ser um fator complicador da degradação das águas urbanas, pelo carreamento de lixo, poeira, contaminantes e outros.

Mais uma vez, Mogi das Cruzes desponta como detentora de estações rodoviária e ferroviária dentro da área de cobertura do raio de 10 Km. Em Biritiba Mirim não encontramos nenhum desses equipamentos urbanos, na área de estudo.

10.7 - Indústrias

Estudos apontam que as instalações industriais são potencialmente poluidoras e impactantes para o meio ambiente. Os resíduos industriais, de diversos tipos, nem sempre recebem o tratamento e o descarte adequados, gerando lixos tóxicos, poluidores dos solos, do ar e das águas. Os complexos industriais quase sempre, na sua fase de implantação, demandam a derrubada da vegetação e intervenções nos ecossistemas. Na fase de operação as indústrias demandam a utilização dos recursos naturais, como água, madeira, minérios, exaurindo os estoques naturais e diminuindo o volume de água disponível nas bacias hidrográficas.

O uso consuntivo da água permite seu consumo, ao passo que no uso não consuntivo, a água é devolvida à natureza. Neste caso, após ser utilizada para processos industriais, a água deverá receber tratamento adequado, na própria indústria, antes de ser devolvida aos cursos d'água, (ANA, 2014)². Esse procedimento deve ser permanentemente fiscalizado, pois nem sempre é

² www3.ana.gov.br, acessado em 31/05/2018

aplicado adequadamente, contribuindo para a degradação da qualidade dos recursos hídricos.

O descarte dos resíduos industriais pode vir a contaminar o solo, a água e o ar com substâncias tóxicas e metais pesados (Rocha, 2014).

Apesar da legislação rigorosa, as falhas na fiscalização permitem que em todas as fases do funcionamento de uma indústria possa ocorrer violações da legislação ambiental.

No nosso Mapa detectamos no município de Mogi das Cruzes um expressivo desenvolvimento industrial. As indústrias se espalham para além da cidade tanto ao longo da Rodovia SP-088, quanto ao longo do curso do Rio Tietê, inclusive invadindo a área da APA Várzeas do Tietê.

Embora as indústrias estejam apontadas no Mapa como unidades industriais, podemos observar em fotos de satélites que essas unidades, na verdade, concentram grandes aglomerados ou distritos industriais.

No município de Biritiba Mirim não há indicação de estabelecimentos industriais.

10.8 - Atividades Agrícolas

As atividades agrícolas no Brasil tomaram novo impulso a partir da década de 60, quando o aumento da produção trouxe a intensa utilização de insumos químicos e a mecanização.

Os novos processos produtivos infelizmente trouxeram consigo problemas sociais e ambientais. Ambientais, relacionados à contaminação do solo, dos produtos e das pessoas, redução da cobertura florestal e degradação dos recursos hídricos. No âmbito social provocou o êxodo rural, empobrecimento da população rural e concentração fundiária, (Almeida, 2002).

Com relação aos centros urbanos a migração do campo para a cidade resultou na ocupação irregular nas periferias, onde surgiram os assentamentos urbanos ilegais e sem infraestrutura e muitas vezes ocupando áreas de proteção de mananciais, a despeito das diversas leis criadas.

A agricultura encontrada nas áreas de estudo, principalmente nas áreas de cobertura dos raios de 5 e de 10 Km, é caracterizada por pequenas propriedades, voltadas para o cultivo de hortifrutigranjeiros. É a principal atividade antrópica desenvolvida nas áreas de cobertura de 5 e de 10 Km.

Os métodos de irrigação são bastante utilizados, principalmente nas áreas cultivadas ao longo dos cursos d'água. Por isso, a seguir vamos discorrer sobre esse assunto.

10.8.1 - Irrigação

Um dos problemas relacionados à água atualmente é a sua utilização para a agricultura. Ao mesmo tempo em que aumenta a demanda por alimentos no mundo, a água torna-se cada vez mais escassa, e a má utilização da água para

agricultura, pode não só aumentar a escassez, mas também contribuir para a deterioração da qualidade das águas.

A captação das águas superficiais, entre outras finalidades, para a irrigação, pode acarretar diminuição da vazão, aumento das águas paradas, diminuição da velocidade do fluxo, aumento do depósito de sedimentação, entre outras consequências (Almeida, 2010). Todos esses fenômenos podem redundar na concentração dos poluentes nas águas e na diminuição da capacidade de autodepuração dos rios, com a consequente degradação da qualidade da água para abastecimento público.

Faz-se necessário, portanto, uma otimização do uso de água para irrigação, já que boa parte da água desviada para essa finalidade não é consumida no processo e termina como água de drenagem, (Almeida, 2010).

A agricultura de irrigação representa um fator econômico importante no abastecimento do alimento à população, no entanto a irrigação deve ser monitorada e realizada de forma sustentável para reduzir os impactos ambientais.

Para que a agricultura irrigada atinja sua finalidade econômica sem afetar o meio ambiente, ela deve atender três preceitos básicos, “a sustentabilidade econômica, a sustentabilidade social e a sustentabilidade ambiental, ou seja, deve ser economicamente viável, socialmente responsável e ambientalmente sustentável” (Bernardo, 1997).

A água utilizada para irrigação deve atender a certos critérios a fim de preservar os níveis nutricionais dos alimentos produzidos, tais como: pH, condutividade elétrica, total de sais dissolvidos (TDS), ou seja, íons de Sódio Na^+ , Cálcio Ca^{2+} , Magnésio Mg^{2+} , Cloro Cl^- , sulfatos $(\text{SO}_4)^{2-}$, carbonatos $(\text{CO}_3)^{2-}$ e bicarbonatos, $(\text{HCO}_3)^-$ dos nutrientes Potássio K^+ , Nitrato-Nitrogênio NO_3^- - N, Amônio – Nitrogênio NH_4^+ - N, Fósforo – Fósforo $(\text{PO}_4)^{3-}$ - P, além do íon Boro (Almeida, 2010). A salinidade da água deve atender a três critérios básicos, a saber:

- 1) a salinidade no sentido estrito, que afeta a produtividade quando elevada, por causa do efeito osmótico ocasionado pela alta concentração de sais;
- 2) sodicidade, ou o risco de deterioração da estrutura do solo, pela elevada Percentagem de Sódio Trocável (PDS)
- 3) toxidade, que se refere à acumulação de íons nos tecidos das plantas, prejudicando a saúde dos consumidores (Almeida, 2002).

Segundo Almeida, (2002), com base nos dados de Pizarro, (1996), foi elaborada uma tabela de parâmetros da salinidade média dos rios do planeta, e o que se observa é que onde existe irrigação a salinidade dos rios resulta acima da média estimada. Assim as águas para irrigação devem conter de 0,1 a 4 toneladas de sais por mil metros cúbicos. O autor estima que são aplicados anualmente, de 10 a 15 mil metros cúbicos de água por hectare, na irrigação, de forma que isso resulta no aporte de 1,0 a 60,0 toneladas de sal por hectare de

solo. “Em condições normais esses sais serão lavados e eliminados da zona radicular mas quando o aporte de água é insuficiente, o solo, saturado de sais, pode tornar sua exploração antieconômica”, (Almeida, 2002).

A salinidade dos rios do planeta, representada pela condutividade térmica, se encontra entre 58 e 200 microS cm⁻¹, sendo a média mundial de 117 microS cm⁻¹, sendo que nas áreas onde existe irrigação essa salinidade é expressivamente maior (Almeida, 2002).

O que se pode depreender dos estudos realizados por Almeida, é que, nos casos das terras irrigadas, os sais provenientes do solo saturado acabam por ser carregados para os cursos d'água. Os mesmos cursos d'água de onde a água de irrigação é captada, o que implica em ainda maior concentração de sais, devido à diminuição do volume, da vazão e da velocidade do fluxo.

Outro possível fator de degradação do meio ambiente consequente da agricultura irrigada é a proximidade com que as propriedades agrícolas se estabelecem ao longo dos cursos d'água, muitas vezes com a destruição das matas ciliares, para maior aproveitamento do espaço agricultável, inclusive invadindo áreas de proteção.

Como já foi mencionado, a agricultura é atividade de grande expressão na região estudada, salientando-se que na cobertura dos raios de 5 e de 10 Km, a agricultura representa mais de 30% da ocupação da terra.

10.9 - Mineração

Em toda a RMSP, a atividade de mineração está voltada ao suprimento de bens para a construção civil, tal como areia, brita, caulim e argila.

Segundo Bittar, (1997), os processos de alteração no meio físico, decorrentes das atividades de mineração podem ser:

- a) erosão do solo pela água;
- b) escorregamento de solos e rochas;
- c) queda de blocos de solos e rochas;
- d) deposição de sedimentos;
- e) escoamento das águas de superfícies;
- f) dinâmica das águas de subsuperfícies;
- g) interações físico-químicas na água e no solo; e
- h) circulação de partículas e gases no ar.

O mesmo autor descreve os impactos que podem resultar dos processos acima descritos:

- a) aceleração de erosão em sulcos e ravinas;
- b) desenvolvimento de boçorocas;
- c) indução do escorregamento em taludes e encostas;
- d) descalçamento e queda de blocos;
- e) instabilização de encosta pela deposição de rejeitos;

- f) modificação dos cursos d'água e concentração de captação em reservatórios de rejeitos e cavas desativadas;
- g) aumento da quantidade de sólidos e turvamento das águas;
- h) assoreamento e entulhamento dos cursos d'água;
- i) interceptação de lençóis freáticos e rebaixamento do nível de base local;
- j) mudança na dinâmica de infiltração e armazenamento de água de subsuperfície;
- k) introdução de substâncias nas águas superficiais e subterrâneas;
- l) aumento da quantidade de gases e partículas em suspensão no ar;
- m) lançamento de fragmentos rochosos à distância;
- n) propagação de vibrações no ar.

Segundo Almeida, (2002), as atividades de mineração tiveram grande desenvolvimento em Mogi das Cruzes, sendo que a extração de areia se concentra na planície aluvionar do Rio Tietê e de brita nas porções de morros. Um problema identificado com relação a essa atividade é a ilegalidade, pois muitos empreendimentos são clandestinos, o que dificulta a fiscalização. Com relação aos impactos decorrentes dessa atividade, os principais são o desvio de cursos d'água, destruição da mata ciliar e a poluição química por óleo diesel, soda cáustica e sulfato de amônia.

No mapa chama a atenção uma grande área de mineração a montante do ponto de captação, no município de Biritiba Mirim. A localização dessa mineradora chega próxima dos limites da APA.

10.10 - Capoeira

Capoeira é a denominação que se dá a um espaço onde a vegetação original foi derrubada e o solo foi tomado por uma vegetação secundária constituída de gramíneas e arbustos. Trata-se de um estágio da sucessão ecológica, quando uma vegetação secundária se desenvolve num terreno desnudado por enchentes, por ação de animais ou do homem. “Em geral são solos decompostos, com teor médio de água, com matéria orgânica e muitos migrantes dormentes”, (Gandolfi & Gandara, 2017). São áreas que foram abandonadas e a vegetação vai se adensando com o passar dos anos, de forma que podem ser observadas matas secundárias com diversas idades.

Existem vários tipos de capoeira, capoeira rala, capoeira grossa, capoeirinha, capoeirão, mas todas mostram um tipo de regeneração da vegetação e do solo, (Gandolfi & Gandara, 2017).

Portanto, no caso da capoeira ela representaria um ponto a favor da qualidade das águas, já que mostra uma regeneração da vegetação. Dependendo do estágio em que se encontra, e se estiver localizada muito próxima do curso d'água ela pode não ser tão eficiente para controle de sedimentos que afetam as águas e os talvegues, mas ainda assim parece ter vantagens em relação ao solo exposto. A presença de gramíneas e de algum

tipo de arbustos, por si só já seriam uma proteção ao solo contra erosões e carreamento de sedimentos pela chuva para os rios.

No Mapa podem ser observadas diversas áreas de capoeira, inclusive dentro dos limites da APA, e na área de cobertura do raio de 1 Km, uma capoeira muito próxima da APA.

10.11 - Reflorestamento

O reflorestamento tem vários aspectos que precisam ser explicados. Existe o reflorestamento com o objetivo de recuperar o meio ambiente, e que se constitui em repovoar áreas que tiveram sua vegetação removida por ações da natureza (incêndios naturais, por exemplo) ou por ações humanas (queimadas, expansão agropecuária, exploração de madeira). Podemos inserir aí o plantio de árvores em encostas e vertentes, com o intuito de evitar deslizamentos de terras, erosão do solo e proteção dos cursos d'água, regenerando as matas ciliares, por exemplo. Outra forma de reflorestamento é o que podemos chamar de arborização, geralmente ocorrem em áreas urbanas, e consiste em formação de pequenas florestas com o objetivo de amenizar ilhas de calor e formação de áreas de lazer.

Na agricultura o reflorestamento pode ajudar na proteção das culturas, protegendo as plantações contra o vento e até contra pragas. Dessa forma, o reflorestamento pode ser muito importante na recuperação do meio ambiente, na medida em que for direcionado para regenerar ecossistemas degradados, (Moledo *et al*, 2016).

Mas, no caso do nosso estudo o que se observa é o reflorestamento promovido por empresas de papel e celulose. São monoculturas, geralmente de eucaliptos e pinus, que têm por finalidade fornecer a matéria prima para aos processos industriais envolvidos na manufatura do papel, (Almeida, 2002).

Nesse caso os aspectos mais controversos são os prejuízos que as monoculturas trazem à biodiversidade, pois causam uma redução nas espécies da fauna e da flora naturais da região. Também podem provocar um acúmulo de alguns nutrientes no solo e falta de outros, conforme utilizam mais um ou outro nutriente, fazendo-se necessário a reposição de nutrientes artificialmente. Outra discussão levantada sobre o assunto é o grande consumo de água demandado por essas espécies arbóreas, colocando em risco os reservatórios de água subterrâneas e as bacias hidrográficas.

Apesar da silvicultura trabalhar com florestas manejadas, a ação do vento pode disseminar as sementes, afetando as florestas locais e fugindo do controle. Tratando-se de espécies exóticas, sua interferência nos ecossistemas locais pode provocar grande desequilíbrio, (Naime, 2011).

Os impactos negativos que atingem as águas, podem ser:

- alteração das águas por sólidos particulados, na fase da implantação da silvicultura,

- concorrer com o consumo de água para irrigação e alteração das águas por agrotóxicos e fertilizantes na fase do plantio e da brotação,

- bloqueio de parte das águas das chuvas, perda de água por evapotranspiração.

Sem falar em outros impactos, como evasão das espécies nativas, alteração na paisagem e do ruído, (Moledo *et all*, 2016).

No nosso estudo podemos observar grandes fragmentos de áreas reflorestadas em meio a áreas agrícolas e de florestas, principalmente nas áreas de cobertura dos raios de 5 e de 10 Km.

10.12 - Solo Exposto

Pode-se entender por solo exposto como áreas sem vegetação e sem cultivo, embora as culturas em estágios iniciais de desenvolvimento também sejam incluídas nessa classe, devido à grande porcentagem de solo sem cobertura. Áreas degradadas por erosão ou pelo uso agrícola, assim como os aterros também são consideradas como solo exposto, além das áreas agrícolas que estão em fase de preparo do solo para o plantio.

Sem a proteção da vegetação o solo fica exposto à dinâmica das águas das chuvas, provocando a desagregação das partículas do solo, pelo impacto das gotas, dando início aos processos erosivos. Estes podem ocorrer tanto pela erosão laminar, quando a água da chuva forma uma lâmina que carrega consigo as camadas superiores do solo, ou as gotas podem se concentrar, formando filetes ou enxurradas que podem abrir ravinas e até voçorocas no solo, (Shinzato *et all*, 2010).

As consequências para as bacias hidrográficas é o assoreamento dos leitos, devido ao acúmulo de sedimentos carregados para os rios, além dos deslizamentos que podem ocorrer nas margens e vertentes, quando as áreas de solo exposto se encontram nos entornos dos cursos d'água. Além do assoreamento dos leitos, os solos expostos podem comprometer a qualidade da água aumentando sua turbidez e contaminando por partículas tóxicas.

As áreas de solo exposto não representam grandes extensões no nosso mapa. Se distribuem na área de cobertura do raio de 10 Km e geralmente são contíguas às áreas de expansão urbana ou de capoeiras.

10.13 - Rodovias pavimentadas

Diversos são os efeitos que a construção de uma rodovia pode ter sobre o meio ambiente, especialmente sobre os cursos d'água.

Os impactos podem começar ainda na fase de implantação da rodovia, com a ocorrência de desmatamento, intervenções no relevo, abertura de estradas de acesso, circulação de caminhões e maquinário.

Essas intervenções podem provocar alterações na área de drenagens das bacias hidrográficas, mudança de curso dos rios, tamponamento, aterros e

erosão dos solos. Os rios podem vir a sofrer assoreamento, assim como alterações na qualidade da água, o que incide diretamente sobre a reprodução da vida aquática e uso para abastecimento público, Panazzolo *et al*, (2012).

As intervenções no ecossistema se espalham pelas áreas de entorno das rodovias, o que acarreta impactos que podem vir a afetar as bacias hidrográficas. Devido a isso os efeitos da implantação permanecem mesmo depois de finalizada a implantação, sendo que o planejamento de uma rodovia deve incluir a manutenção e recuperação do ecossistema do entorno.

As rodovias trazem consigo outros impactos ao meio ambiente. Geralmente elas são implantadas para fazer a ligação de dois ou mais polos de desenvolvimento, o que acarreta tráfego intenso de carros e caminhões, com emissão de partículas poluidoras, como gases, no caso, poluidores da atmosfera, assim como partículas de borracha derivada dos pneus, lixo, resíduos das cargas transportadas e resíduos de óleos, vazamentos de produtos químicos e outros. A pavimentação se desgasta e juntamente com as outras partículas, provoca uma poluição difusa, que pode ser carregada para os cursos d'água, Magalhães *et al*, (2011), Panazzolo *et al*, (2012).

Ao longo das rodovias estabelecem-se comércios e serviços para atendimento dos usuários, como restaurantes, postos de combustível, borracharias, oficinas, originando mais lixo e detritos que podem contaminar os solos e os córregos. E principalmente, acompanhando todo o percurso das rodovias, desenvolvem-se as atividades agrícolas e novos aglomerados urbanos, aproveitando a facilidade do transporte. Isso traz novos impactos, como a abertura de estradas vicinais, a circulação de caminhões e veículos pesados, o uso de agrotóxicos, aumentando ainda mais a pressão sobre as bacias hidrográficas, Magalhães *et al*, (2011).

De maneira que as rodovias, promovem o progresso e o desenvolvimento, mas trazem consigo um alto grau de modificação ambiental e de alterações no meio físico e biótico.

A região estudada é cortada por três rodovias estaduais, Rodovia Dom Paulo Rolim Loureiro, mais conhecida como Mogi-Bertioga, SP – 098, Rodovia Professor Alfredo Rolim de Moura, SP- 088 e a Rodovia Ayrton Sena SP – 070, que não chegam a ocupar a área de cobertura do raio de 1 Km, no entorno do ponto de captação. No entanto, nas áreas de cobertura dos raios de 5 e 10 Km, um fenômeno recorrente é a expansão urbana e instalações industriais ao longo das rodovias.

10.14 - Ferrovias

As ferrovias resultam em impactos ambientais bem menos expressivos do que as rodovias. O volume de poluentes atmosféricos é muito menor, o consumo de combustível fóssil também é menor, sendo que os trens elétricos não emitem nenhum poluente e os trens movidos a diesel emitem 15 vezes menos poluição.

Os acidentes em ferrovias são menores do que nas rodovias, sendo essa, outra vantagem da ferrovia, que é a menor probabilidade de acidentes com produtos tóxicos, quando possíveis vazamentos podem se infiltrar no solo e atingir os cursos d'água.

O que desfavorece a implantação das ferrovias em relação às rodovias seria o investimento inicial que é maior, mas a grosso modo, logo se recupera esse investimento pela segurança desse tipo de transporte e menor custo de manutenção, entre outros, (Motta, 2014).

Do ponto de vista da poluição hídrica, as ferrovias podem trazer como consequência o desmatamento, as mudanças no relevo, como aterros, cortes e abertura de túneis, e alterações no uso da terra que podem ser prejudiciais às bacias hidrográficas, como soterramento de pequenos tributários, desvios de cursos d'água, alterações no sistema natural de drenagem. O desmatamento necessário para a implantação da ferrovia pode trazer todos os problemas já levantados nesse tópico, como diminuição da cobertura vegetal, aumento de áreas com solo exposto, interferência no ciclo das chuvas.

Todos esses impactos podem resultar em assoreamento dos leitos dos rios, aumento da turbidez e da qualidade da água, afetando a reprodução da vida aquática e a qualidade da água para consumo humano.

A linha de ferrovia que corta Mogi das Cruzes na área de cobertura do raio de 10 Km, faz parte da malha ferroviária da CPTM. Depois de atravessar a região mais densa da cidade, corta áreas de cultivo agrícola e de florestas rumo ao município de Guararema. Observa-se algumas áreas de expansão urbana ao longo da ferrovia.

10.15 - Estação Transformadora

Segundo a AES, (2005), a instalação de estações transformadoras e das redes de linhas de transmissão, demanda em possíveis intervenções nas áreas vegetadas, já que a maioria dessas estações estão localizadas em áreas rurais ou nas periferias das cidades. A empresa relaciona os danos mais habituais e as ações mitigadoras, como:

- intervenções: danos à vegetação, perda de habitats, invasão de espécies exóticas;

- ações mitigadoras: utilizar técnicas de podas apropriadas, manter o solo nativo debaixo das linhas, replantar áreas degradadas, cuidar para a manutenção da vida dos pássaros silvestres.

Toda intervenção nas áreas florestadas implica em alterações do solo e do equilíbrio original das matas, o que sempre pode trazer consequências para as bacias hidrográficas e na qualidade das águas, por possível aumento de sedimentos carregados para os cursos d'água, assoreamento dos leitos, perda das matas ciliares e degradação das águas.

No mapa são apontadas três estações transformadoras no município de Mogi das Cruzes.

11 – SOBRE O DESMATAMENTO

Entende-se por desmatamento a remoção parcial ou total da vegetação, geralmente com finalidade econômica, para comercialização da madeira ou para implantação de empreendimentos agropecuários.

O desmatamento também acompanha a expansão urbana, principalmente quando esta acontece de forma desordenada, com a ocupação de áreas protegidas, tais como as várzeas e margens dos lagos e dos rios.

O desmatamento traz várias consequências para a deterioração da qualidade da água dos rios. A ausência da vegetação interfere no ciclo da água, com perda da evapotranspiração e possível diminuição das chuvas. A vegetação contribui para formação de nuvens, para renovação do oxigênio e do gás carbônico do ar.

Onde houve desmatamento o solo se torna mais vulnerável à movimentos de terra. A ausência da vegetação aumenta os processos erosivos do solo, o que por sua vez, vai aumentar os processos de assoreamento dos leitos dos rios.

As árvores funcionam como uma barreira para os sedimentos, e uma vez ausentes, os sedimentos acabam se depositando no fundo dos cursos d'água. Como resultado, dá-se um levantamento do leito do rio. Isso faz com que o volume das águas seja reduzido e estas se tornem turvas, impedindo a penetração da luz e a renovação do oxigênio, deteriorando a qualidade da água e a reprodução da vida aquática e o aproveitamento das águas para abastecimento público.

A proteção da cobertura vegetal ao solo pode ocorrer em dois aspectos: mecânico e balanço hídrico. Com relação aos aspectos mecânicos, a vegetação age através de sua estrutura radicular, que aumenta a resistência do solo ao cisalhamento e na defesa contra a ação erosiva das águas. Com relação ao balanço hídrico, o desmatamento resulta em aumento do escoamento superficial e dificulta a infiltração da água quando esta atinge diretamente o solo desprotegido.

Assim o desmatamento acelera a erosão laminar, pode formar sulcos de erosão, e nos locais de declive pode desencadear escorregamentos do solo ou de rochas (Almeida, 2002).

12 – SOBRE A MATA CILIAR

As matas ciliares ou matas de galeria são formações vegetais ao longo de rios, córregos, riachos, lagos e igarapés. Funcionam como uma barreira de proteção para os fluxos d'água, evitam a erosão dos solos nas margens, filtram os sedimentos que contribuem para o assoreamento dos leitos, participam do ciclo das chuvas. Têm papel importante na preservação dos ecossistemas dos cursos d'água e mananciais, fornecendo energia e nutrientes.

No Brasil, as matas ciliares são Áreas de Preservação Permanente, o que significa que são protegidas pela legislação estadual e federal. Sendo assim, a destruição das matas ciliares é crime ambiental.

O que se verifica no mapa elaborado é que, graças à área de preservação da APA Várzea do Rio Tietê, ainda encontramos matas ciliares preservadas em trechos do Rio Tietê, principalmente no entorno do ponto de captação em estudo, dentro da área de cobertura do raio de 1 Km. Nas áreas de cobertura dos raios de 5 e 10 Km, observamos, a montante do ponto, diversas áreas de capoeira, denotando derrubada da mata, mas que agora se encontra em processo de recuperação. No entanto, a jusante do ponto de captação, a situação é bastante preocupante, pois as áreas de capoeira e expansão urbana invadem a APA. Na região urbana de Mogi das Cruzes, a cidade chega a ocupar as margens do Rio Tietê.

13 – ANÁLISE DO RESULTADO DOS PESOS ATRIBUÍDOS

Uma vez definidos os elementos e seus pesos e explicitados os efeitos que cada elemento pode vir a produzir nas áreas de estudo, passamos à análise dos resultados obtidos pela ponderação efetuada no item 5.

No Raio de 1Km, o elemento que mais pesou foi a Expansão Urbana, que atingiu peso 15, ou seja, PÉSSIMO, afinal trata-se de uma intervenção que traz consigo o perigo de futuras instalações urbanas, como indústrias, que aliás, já foi constatada no local, além das vias de acesso e consequente desmatamento, com todos os seus malefícios, em área muito próxima do ponto de captação.

A segunda pior classificação foi do Solo Exposto com peso 12 – MUITO RUIM - que embora represente uma área muito pequena nessa região (0,013 Km²), pode abrir caminho para continuidade dos processos de desmatamento e futuras instalações industriais ou urbanas, ou ainda estar relacionado às atividades mineradoras. No caso de atividades mineradoras e indústrias ainda há o perigo de contaminação química das águas.

Embora o ponto de captação esteja inserido numa região relativamente bem preservada por matas da APA Várzeas do Rio Tietê, observa-se que a APA já apresenta invasão de sua área pela instalação industrial e as capoeiras (pontuação 6 – REGULAR) que estão muito próximas dos limites da APA, ao sul do raio de 1 Km. As atividades agrícolas obtiveram pontuação 9, RUIM, mas ainda representam pouca atividade, ocupando apenas 0,12 Km².

Não há reflorestamento nessa região.

A presença de uma unidade industrial está inserida na área de Expansão Urbana, e tem a pontuação máxima, ou seja 15 = PÉSSIMO, devido à proximidade do ponto de captação.

Nenhum outro elemento pontual foi encontrado nessa área e não há presença de nenhuma Rodovia ou Ferrovia.

No Raio de 5 Km, a pontuação maior foi alcançada pelos elementos “Área Urbana” e “Expansão Urbana”, ambas com pontuação 10 = MUITO RUIM. Tratando-se de uma área maior, a representatividade – quase 16% - desses elementos também é maior, com áreas de ocupação mais expressivas.

O Reflorestamento alcança pontuação 8 = RUIM, e representa cerca de 18% da área de estudo, enquanto Solo Exposto, também recebe resultado = 8, mas representa apenas 0,29% da área.

A Atividade Agrícola aumenta muito e representa 39,20% da área estudada, mas sua pontuação alcança 6 = REGULAR, do que se depreende, que, se essa atividade se desenvolve de maneira sustentável, ainda não representa grande impacto para a qualidade da água do ponto de captação. Mas convém lembrar que a agricultura sempre carrega consigo o desmatamento e a degradação do solo, o que é uma tendência com o passar do tempo, que pode vir a afetar a qualidade da água de rios e córregos tributários do Rio Tietê, ou diretamente a água do próprio Rio Tietê.

O elemento “Mata” ocupa apenas 18,16% da área do Raio de 5 KM, demonstrando grande retração da floresta, e a “Capoeira” ocupa 8,70%, ambas com pontuação final respectivamente 2 = BOM e 4 = REGULAR. Esses podem ser indicadores que apontam para uma ocupação da terra menos preservacionista a medida em que nos afastamos do ponto de captação.

Quanto aos elementos pontuais, nessa área podemos observar a presença de 8 áreas de Indústrias, peso final 4 = REGULAR, 5 Postos de Combustível, peso final = 5, REGULAR, 1 Cemitério, peso final = 5, REGULAR e 2 Estações Transformadoras, peso final = 4, REGULAR. É bom lembrar que a classificação desses elementos ficou dentro de “REGULAR” devido à distância em que se encontram do ponto de captação, mas que a interferência nociva ao meio ambiente fica agravada pelo aumento das instalações.

É preocupante a situação da APA a oeste do ponto de captação, pois apresenta poucas áreas de matas remanescentes e está muito ocupada por capoeiras, atividades agrícolas e expansão urbana. As áreas urbanas se aproximam muito dos limites da APA.

4 unidades industriais estão assinaladas dentro dos limites da APA e duas estão muito próximas, e várias outras ao longo do percurso do Rio Tietê.

Nessa área ainda se observa 14,0 Km de rodovia pavimentada, a qual acompanha o percurso do Rio Tietê e em alguns pontos, principalmente a oeste do ponto de captação aproxima-se muito dos limites da APA. Ao longo da rodovia estão pontuadas três unidades industriais.

Finalmente no Raio = 10 Km, vemos o expressivo crescimento urbano de Mogi das Cruzes, a oeste do ponto de captação. A Área Urbana e Expansão Urbana alcançam peso final = 5, e ocupam respectivamente 15,43% e 4,34% da área do raio.

A Atividade Agrícola representa a maior ocupação da terra com 35,70%, e pontuação = 3, BOM. Observa-se que o avanço da agricultura, teve como consequência a redução da área de mata, que embora represente 27,49% da ocupação da área total, mostra-se de forma muito fragmentada, e dividindo o espaço com o Reflorestamento (peso final 4 = REGULAR) e a Capoeira, (peso final 2 = BOM). As áreas de Solo Exposto representam apenas 0,42% da área total e sua pontuação final é 3, ainda dentro da classificação BOM.

As Capoeiras, a Expansão Urbana e a Área Urbana invadem a APA em diversas partes, principalmente na região mais densa do aglomerado urbano de Mogi das Cruzes, onde se verificam poucas áreas de Mata, e a invasão de atividades agrícolas, expansão urbana e capoeira. A mancha urbana invade a APA em algumas partes, e no limite extremo, a oeste, pode-se verificar uma área de solo exposto, invadindo a APA, na margem esquerda do Rio, justamente onde está assinalada uma unidade de mineração (pontuação final 4 = REGULAR) em atividade. São ao todo 9 unidades Industriais, 9 unidades de Mineradoras Ativas e 5 de Mineradoras Inativas, além do Aeroclube de Biritiba Mirim, todos esses elementos com peso 4 = REGULAR.

Situados na mancha urbana de Mogi das Cruzes observa-se 3 cemitérios e 1 cemitério na mancha urbana de Biritiba Mirim, peso final 5 = REGULAR. Já os postos de combustível aumentam para 67 nessa região (peso final 5 = REGULAR). A maioria dos Postos de Combustível se encontram na mancha urbana de Mogi das Cruzes ou ao longo das rodovias. Ainda estão assinaladas 1 Estação Rodoviária e 4 Estações Ferroviária e 2 Estações Transformadoras, todas com peso 4 = REGULAR.

Nessa área encontram-se grandes extensões das rodovias pavimentadas, com 52,7 Km de Rodovia estadual e 6,7 Km de Rodovia Municipal, ambas com peso final 4 = REGULAR. A Ferrovia, (peso final 3 = BOM), tem extensão de 18,0 Km, e após atravessar a APA, nas proximidades do limite de 5 Km dirige-se para o Norte, afastando-se do Rio Tietê.

14 - CONCLUSÃO

Concluimos que os indicadores apontam um acréscimo de fatores degradantes da qualidade da água, a medida em que nos afastamos do ponto de captação e principalmente após a captação.

Mas é justamente essa a questão que pode se traduzir num alerta, no sentido de que a degradação, mesmo em áreas mais distantes, ou mesmo acontecendo de forma mais intensiva a jusante do ponto, pode vir a degradar a própria água captada no ponto TIET02090.

Do domínio da Mata Atlântica pouco resta da vegetação, provavelmente florestas secundárias, muita fragmentadas. O uso da terra nas áreas de cobertura dos raios de 1, 5 e 10 Km, intensificado ao longo dos anos, expõe as dificuldades de sobrevivência das bacias hidrográficas para manter a qualidade das águas, em meio à retirada de água para uso agrícola, industrial,

abastecimento público, somado às agressões representadas pelo carreamento para os rios de partículas de poeira, agrotóxicos, sedimentos, dejetos e lixo.

Em grande parte, os rios também perderam suas defesas naturais, como as matas ciliares e suas várzeas.

O método utilizado procurou quantificar esse conjunto de eventos, traduzindo em números as intervenções que apontam para a degradação da qualidade da água captada no ponto TIET02090 e facilitando o entendimento dos fatores que favorecem a degradação ambiental, com consequente deterioração da qualidade das águas.

Pela quantificação obtida, pode-se concluir que o ponto de captação, salvo num raio de cobertura de 1 Km, onde também já foram identificadas ações antrópicas, se encontra rodeado de uma expressiva exploração do meio ambiente, com ocupação intensiva da terra, pela urbanização e atividades agrícolas e com poucas áreas ainda preservadas do ecossistema original.

O resultado permitiu observar o contraste entre os números representativos das intervenções antrópicas e aqueles que mostram as áreas ainda preservadas.

Não importa se a jusante ou a montante do ponto de captação, a conjuntura de ocupação intensiva da terra na região estudada, acaba afetando toda a bacia hidrográfica do Rio Tietê, seja pela poluição de córregos e riachos, pelo conflito do uso da água do rio principal ou dos tributários ou pela degradação do solo no entorno da bacia.

15 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora situado dentro de uma área de preservação, o ponto de captação está impactado por diversas atividades antrópicas, mais ou menos próximas. Entre essas atividades destaca-se a agricultura, a qual, pode ser percebida como a principal ocupação da terra ao longo do Rio Tietê, entre os municípios de Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes. As propriedades agrícolas se acham instaladas até os limites da APA Várzea do Rio Tietê, mas em alguns trechos observa-se que as atividades agrícolas ultrapassam os limites da APA e chegam muito perto das margens do Rio.

Trata-se de agricultura com uso intenso de irrigação, aproveitando diretamente a água do Rio Tietê. A irrigação sustentável nem sempre é fácil de ser monitorada e os impactos nos cursos d'água vão desde a diminuição do volume e da vazão até o aumento da concentração de sais dissolvidos na água. Ambas as situações representam impactos para a qualidade da água.

A urbanização, com suas instalações de grande impacto poluidor representa fator de peso para degradação dos recursos hídricos. Neste caso, no entanto, a maior aglomeração urbana encontra-se a jusante do ponto, portanto

sua carga poluidora alcança o Rio Tietê depois que a água para abastecimento público foi captada no ponto TIET02090.

As manchas de poluição dos rios têm efeito mais intenso no sentido da vazão dos rios.

Antes da captação encontramos a mancha urbana de Biritiba Mirim, com cerca de 33.000 habitantes, bem menor que a de Mogi das Cruzes e cujos índices de coleta e tratamento de esgoto são tranquilizadores, pois atinge 100% dos domicílios, segundo IBGE, (2010). Quanto a industrialização em Biritiba Mirim não há indicação.

Já o município de Mogi das Cruzes traz a situação de baixo índice de tratamento de esgotos e um número muito maior de indústrias, postos de combustível, cemitérios e mineradoras, com uma população muito maior, que já ultrapassa a casa dos 400.000 habitantes.

No círculo formado pelo raio de 1 Km, no centro do qual encontramos nosso ponto de captação TIET02090, podemos constatar no mapa, que esta área está razoavelmente preservada. Existem duas indicações preocupantes que são uma área de solo exposto e outra de capoeira. No entanto essas áreas de solo degradado não avançam para dentro dos limites da APA. Observa-se uma grande área industrial cuja maior extensão se localiza no círculo de 5 Km, mas que avança para dentro dos limites do círculo de 1 Km o que pode ser verificado em foto de satélite. Não há estradas pavimentadas, nem ferrovias.

Na área formada pelo círculo de 5 Km, observamos a intensificação das atividades agrícolas, intermeadas por fragmentos de mata e reflorestamento. A área da APA está bem preservada entre o ponto TIET02090 e a mancha urbana de Biritiba Mirim, com exceção de uma mancha de capoeira se destacando dentro da APA, bem próximo do limite de 1Km, portanto próximo do ponto TIET02090.

No entanto, entre o ponto TIET02090 e o município de Mogi das Cruzes observamos muitas intervenções dentro da área da APA, como solo exposto, capoeiras e manchas de expansão urbana. Uma parte da cidade de Mogi das Cruzes também está inserida no círculo de 5Km, embora não adentre a região da APA. Também temos a presença de duas estradas pavimentadas atravessando essa região.

Na área entre os raios de 5 e de 10Km, observamos a oeste a maior parte do adensamento urbano de Mogi das Cruzes, além de algumas áreas de expansão urbana. À Noroeste vemos que a vegetação está bem preservada, nas escarpas da Serra de Itapeti. Ao Norte vemos o avanço da mancha urbana de Mogi das Cruzes, fragmentada por áreas de cultivo agrícola, de expansão urbana e de capoeira. À Leste do ponto de captação temos a mancha urbana de Biritiba Mirim, acompanhando o curso do Rio Tietê e fragmentada por áreas de cultivo agrícola, com acentuado uso de irrigação. Á Nordeste uma grande mancha de vegetação está situada no município de Guararema, onde também se verifica áreas de reflorestamento. E finalmente, ao Sul, acentua-se o uso agrícola, entre

fragmentos de matas, reflorestamento e capoeira. Nesta área está a maior extensão das estradas pavimentadas e, ao Norte, a Estrada de Ferro, cujo traçado, a partir de Mogi das Cruzes, se afasta cada vez mais do curso do Rio Tietê.

A APA Várzea do Rio Tietê, na margem direita do rio apresenta melhor estado de preservação, com algumas manchas de capoeira. No entanto, áreas cultivadas chegam muito próximas do rio.

Na margem esquerda do Rio Tietê observamos que a mancha urbana de Biritiba Mirim chega muito próximo do rio, mas não invade a APA, pois os limites da Área de Preservação também estão localizados muito próximo das margens do Rio. Mais ao leste, fragmentos do aglomerado urbano, e de expansão urbana de Biritiba Mirim se instalaram ao longo da Rodovia SP -088, de ambos os lados, e no lado do rio, até os limites da APA.

Da mesma forma como a APA deve proteger e preservar as margens do Rio Tietê, conservando as áreas vegetadas e as matas ciliares, podemos detectar aí um conflito, pois as instalações agrícolas competem por esse espaço, pela facilidade do uso das águas do rio para a irrigação. Isso acontece principalmente à montante do ponto de captação, entre este e a mancha urbana de Biritiba Mirim.

16 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AES Sul – Relatório de Sustentabilidade Ambiental 2005.

ALMEIDA, M.C.J.: “Abordagem do uso do solo nas alterações de processos do meio físico”, Dissertação de Mestrado, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, São Paulo, 2002.

BARLOW, M. “Água Futuro Azul”, M.Books do Brasil Editora Ltda, 2015

BERNARDO, S., “O impacto ambiental da irrigação no Brasil”, Revista Engenharia na Agricultura – Série Irrigação e Drenagem, Vol I, nº 1, Viçosa – MG, Departamento de Engenharia Agrícola, 1992.

BITTAR, O.Y, “Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo”, Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Engenharia, São Paulo, 1997.

BRASIL, Decreto 10.755 de 22/11/1977, Classificação dos Corpos D'Água.

CORREA, A.R., FORTES, J.L.C., “Impacto Ambiental de Aeroportos”, Gestão de Aeroportos: Experiência Regional, Módulo VIII, Fomento à Aviação Regional, parte 4, Apresentação de Slides, ITA, São José dos Campos, 2011.

CETESB – “Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo”, São Paulo, 2016.

CUSTÓDIO, V. “O Abastecimento de Água, das Bicas à Sabesp”, *in*: CAMARGO, A.M. de A. “São Paulo, A metrópole em mosaico”. CIEE, São Paulo, 2010.

FABHAT – Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: “Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê”, São Paulo, 2009.

FIESP/CIESP, Reunião Técnica- Plano de Manejo APA Várzea do Tietê, São Paulo, 2014.

FUSP, Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, Relatório Final V. 1/4, Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo, 2009.

GANDOLFI, S. & GANDARA, F. "Sucessão Ecológica e Dinâmica da Vegetação", Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiróz", Departamento de Ciências Biológicas, USP, Piracicaba, LCB, 2017.

JAPIASSU, L.A.T., LINS, R.D.B.: "Diferentes formas de expansão urbana", GC Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, ISSN 238, 8472, V.02, nº 13, ANAP, 2014.

KEMERICH, P., UCKER, F.E., BORBA, W.F.: "Cemitérios como fonte de contaminação ambiental". Revista Eletrônica "Cientific American Brasil", *in* www2.uol.com.br/sciam, acessado em 31/05/2018.

MAGALHÃES, I.A.L., MARTINS, R.F., SANTOS, A.R. "Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da Rodovia MG 307 no município de Grão Mogol, MG". Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Grupo Verde de Agricultura Alternativa, v.6, nº 5, pg 10, Mossoró, RN, Dezembro de 2011.

MARCONDES, I.V., "Assentamentos Humanos na Paisagem das Águas", USP, FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2007.

MARQUES, S.G.: "Metodologia Geofísica para contaminação por hidrocarbonetos - Estudo de caso para Posto de Combustíveis", Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 2007.

MARTINS, L. "Análise da Viabilidade Técnico-Econômico-Ambiental da Operação do Sistema Elevatório Tietê-Billings no Suprimento de Água e Eletricidade na Região Metropolitana de São Paulo". Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais, IPEN – Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MEC/SESG/SETC, "Manual de Orientação – Irrigação e Drenagem", FAE – Ministério da educação – Fundação de Assistência ao Estudante, Rio de Janeiro, 1987, *in* livros01.livrosgratis.com.br/me002929.pdf, acessado em 30/05/2018.

MOLEDO, J.C., SAAD, A.R., DALMAS, F.B., ARRUDA, R.O.M. & CASADO, F. "Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa e aplicação no plano de manejo ambiental". Revista Geociências UNESP, v.35, nº 4, 2016 *in*: www.ppgeo.igc.usp.br, acessado em 28/05/2018.

MONTEIRO, C.A.F.: “Clima urbano”, Ed. Contexto, 3ª ed., Guarulhos, 1976.

MOTTA, R, “Impactos do Transporte Ferroviário” – Slides. Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2014.

NAIME, R., “Contaminação Ambiental por Cemitérios”, 2011, *in* www.ecodebate.com.br, acessado em 31/05/2018.

OLIVEIRA. C., “Impactos ambientais derivados das atividades industriais”, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Geociências, Londrina, 2006.

OLIVEIRA, E.M., “Desafios e Perspectivas para Recuperação da Qualidade das águas do Rio Tietê na região Metropolitana de São Paulo”. Tese apresentada no programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências, São Paulo, 2015

PANAZZOLO, A.P., FRANTZ, L.C., AURELIO, S.O.S., COSTA, F.L., MUNHOZ, C. “Gestão ambiental na construção de rodovias: o caso da BR-448, Rodovia do Parque”, 3º Congresso Internacional de tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves, RS, 2012.

PINTO, N. L. de S., HOLTZ, A.C.T., MARTINS, J.A., GOMIDE, F.I.S. “Hidrologia Básica”, Editora Edgar Blucher Ltda, São Paulo, 1986

POLIDORO, M., VINZINTIM, M, BARROS, F.: “Considerações sobre a expansão urbana dos municípios paranaenses localizados em trechos da Rodovia BR-369”, Revista Brasileira de Desenvolvimento e Gestão Regional, GDR, v.8, nº 3, p 322-341, Taubaté-SP, set-dez/2012.

ROCHA, A.A. “Do Lendário Anhembi ao Poluído Tietê”, Edusp, 1991

SABESP “Estudo de Impacto Ambiental (EIA) das Obras Previstas nas Alternativas 3 e 5B do Plano Diretor de Esgotos da RMSP”, São Paulo, 2006.

SANTOS, V. R.: “Impacto Ambiental na Implantação de Aeroportos”, II Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí – ENSUS 2008, 9,10,11 de abril de 2008.

SEABRA, O. C. de L. “Os meandros dos rios nos meandros do poder, Tietê e Pinheiros valorização dos Rios e das Várzeas na cidade de São

Paulo”. Tese de Doutorado, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, São Paulo, 1987.

SHINZATO, E., JACQUES, P.D., CAVEDON, A.D.: “Uso do solo e cobertura vegetal” – Capítulo IV, in www.cprm.gov.br, acessado em 29/05/2018.

SPTRANS - São Paulo Transportes/CONCREMAT Engenharia: “Estudo de Impacto Ambiental, EIA – Plano de Requalificação do Transporte Coletivo de São Paulo – Região Sul - 2”, Volume de I a IV, São Paulo, agosto de 2013.

WHATELY, M., DINIZ, L.T. Água e Esgoto na Grande São Paulo – situação atual, nova lei de zoneamento e programas governamentais propostos, ISA - São Paulo, 2009

Sites visitados:

Site.sabesp.com.br, acessado em 03/04/2018

www.cetesb.sp.gov.br acessado em 28/04/2018

<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br>, acessado em 27/05/2018

[www.ambientes.ambientebrasil.com.br/educação/glossário ambiental](http://www.ambientes.ambientebrasil.com.br/educação/glossário_ambiental), acessado em 28/05/2018

www3.ana.gov.br, acessado em 31/05/2018

ANEXO 1 – MAPA “Captação Mogi das Cruzes” – Formato A3

ANEXO 2 – FOTOGRAFIA AÉREA

