



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"

Programa Interunidades

unesp 

Mestrado

Engenharia Civil e Ambiental

ANA AMABILE BORDA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS,
BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DO CURSO D'ÁGUA DO RIO TURVO
(SP)**

Bauru

2016



ANA AMABILE BORDA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS,
BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DO CURSO D'ÁGUA DO RIO TURVO
(SP)**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Área de Concentração Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Lodi



Bauru
2016

Borda, Ana Amabile.

Avaliação dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecológicos do curso d'água do Rio Turvo (SP) / Ana Amabile Borda, 2016
79 f.: il.

Orientador: Paulo César Lodi

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2016

1. Qualidade da água. 2. Coliformes fecais. 3. Avaliação ecológica rápida. 4. Gestão ambiental. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

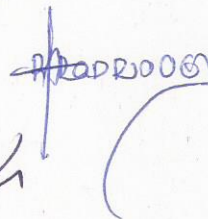
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ANA AMABILE BORDA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DA FACULDADE DE ENGENHARIA.

Aos 19 dias do mês de dezembro do ano de 2016, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da FEB/videoconferência, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. PAULO CESAR LODI - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Prof. Dr. ROGER AUGUSTO RODRIGUES do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Prof. Dr. ADRIANO SOUZA do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ANA AMABILE BORDA, intitulada **GESTÃO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CURSO D'ÁGUA DO RIO TURVO, NO MÉDIO PARANAPANEMA, SÃO PAULO**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

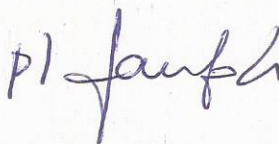
Prof. Dr. PAULO CESAR LODI



Prof. Dr. ROGER AUGUSTO RODRIGUES



Prof. Dr. ADRIANO SOUZA



PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A BANCA EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DA ALUNA:
ANA AMABILE BORDA

DE: "GESTÃO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CURSO D'ÁGUA DO RIO TURVO, NO
MÉDIO PARANAPANEMA, SÃO PAULO"

PARA:

*"Avaliação dos Parâmetros físicos, químicos, biológicos
e ecológicos do curso d'água do rio Turvo (SP)"*

Bauru, 19 de dezembro de 2016.



Prof. Dr. Paulo César Lodi

Orientador

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e familiares, por tudo o que representam
e pela dedicação, amor e esforço para que eu pudesse
vencer meus próprios limites em mais essa
etapa da minha vida

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado a permissão de hoje estar aqui.

Aos familiares e pessoas queridas pelo amor, apoio, estímulo e por acreditarem em mim.

Ao meu pai, Roberval Borda, que me acompanhou em todas as pesquisas.

Ao professor Paulo César Lodi pela orientação, conhecimento, colaboração e tolerância.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem,
menos a sua ganância.”

Mahatma Ghandi.

RESUMO

Nos últimos anos muitos estudos têm sido realizados para investigar o problema da redução da qualidade da água para o abastecimento, lazer, irrigação, entre outros, levando à identificação das fontes poluidoras, bem como à elaboração de propostas para o seu controle. Outra prática bastante utilizada é o estabelecimento de indicadores da qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos). A preservação da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, principalmente nos cursos d'água destinados ao consumo humano, visto que sua contaminação por excretos de origem humana e animal pode torná-las um veículo de transmissão de agentes de doenças. Este trabalho avalia a qualidade do curso d'água do Rio Turvo/SP utilizando parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecológicos e aspectos referentes da legislação vigente. Foram realizadas análises físicas, químicas, microbiológicas, ecológicas e de gestão ambiental e sanitária em seis pontos específicos do curso d'água do Rio Turvo, localizado na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema. Aplicou-se um protocolo de avaliação rápida com o intuito de se conhecer o grau de conservação e qualidade ecológica dos pontos amostrados. Os resultados de ensaios físicos e químicos demonstram que a maioria dos valores obtidos estão dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde e Conama, no entanto, os parâmetros ferro, fosfato e DBO demonstraram valores acima do permitido e são causados principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos e excrementos animais. Os parâmetros microbiológicos demonstram a presença de coliformes totais em todos os pontos analisados, caracterizando o lançamento de esgotos e possível veiculação de doenças. A avaliação ecológica rápida demonstrou grau moderado de conservação na maioria dos ambientes estudados e as principais causas são as interferências urbanas e o descaso com o meio ambiente. Assim, se faz necessário melhorar a gestão sanitária municipal das cidades por onde o Rio Turvo percorre, com ênfase no tratamento de água e de esgoto e existe a necessidade de continuar os estudos e parâmetros com relação do Rio Turvo para acompanhamento da qualidade ambiental, sanitária, física, química e microbiológica afim de servir como base para melhores políticas públicas e desenvolvimento do manejo com o ambiente.

Palavras-chave: Qualidade da água. Coliformes fecais. Avaliação Ecológica Rápida. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

In recent years, many studies have been carried out to investigate the problem of water quality reduction for water supply, leisure, irrigation, among others, leading to the identification of pollutant sources, as well as the preparation of proposals for its control. Another widely used practice is the establishment of water quality indicators (physical, chemical and biological). The preservation of water quality is a universal need, which requires attention from health authorities and consumers in general, especially in water courses intended for human consumption, since their contamination by excreta of human and animal origin can make them a vehicle for the transmission of disease agents. This work evaluates the quality of the Rio Turvo / SP watercourse using physical, chemical, biological and ecological parameters and referring aspects of the current legislation. Physical, chemical, microbiological, ecological and environmental and health management analyzes were carried out at six specific points in the Rio Turvo watercourse, located in the Paranapanema Basin. A rapid evaluation protocol was applied in order to know the degree of conservation and ecological quality of the points sampled. The results of physical and chemical tests show that most of the values obtained are within the standards required by the Ministry of Health and Conama, however, the iron, phosphate and BOD parameters showed values above the allowable and are mainly caused by the discharge of domestic sewage of animal droppings. Microbiological parameters demonstrate the presence of total coliforms in all the analyzed points, characterizing the discharge of sewage and possible disease transmission. The rapid ecological evaluation showed a moderate degree of conservation in most of the studied environments and the main causes are the urban interferences and the neglect with the environment. Thus, it is necessary to improve the municipal sanitary management of the cities through which Rio Turvo travels, with emphasis on the treatment of water and sewage, and there is a need to continue the studies and parameters related to Rio Turvo for monitoring the environmental, sanitary quality, Physics, chemistry and microbiology in order to serve as a basis for better public policies and development of environmental management.

Keywords: Water quality. Fecal coliforms. Rapid Ecological Assessment. Environmental management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	JUSTIFICATIVA	17
3	OBJETIVOS	18
	3.1 Objetivo Geral	18
	3.2 Objetivo Específico	18
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
	4.1 Recurso Hídrico: consumo e disponibilidade	19
	4.2 Qualidade da Água	20
	4.2.1 Parâmetros da qualidade da água	22
	4.3 Gestão Ambiental e Sanitária	26
5	MATERIAIS E MÉTODOS	31
	5.1 Localização da área e características	31
	5.2 Análises de Campo	32
	5.2.1 Avaliação Ecológica Rápida (aplicação do protocolo)	41
	5.2.2 Coletas	43
	5.2.3 Análises físico-químicas	44
	5.3 Análises Laboratoriais	45
	5.4 Gestão Ambiental e Sanitária	46
6	RESULTADOS E ANÁLISES	55
	6.1 Gestão Ambiental e Sanitária	55
	6.2 Avaliação Ecológica Rápida	55
	6.3 Análises Físico-Químicas	60
	6.4 Análises Microbiológicas	65
7	CONCLUSÕES	67
8	REFERÊNCIAS	68
	ANEXOS	78
	Anexo 1	78
	Anexo 2	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa do Estado de São Paulo (em vermelho) com o percurso do Rio Turvo (em verde)	31
Figura 2- Encontro do Rio Turvo com o Rio Pardo, em Ourinhos/SP	32
Figura 3- Pontos analisados pela pesquisa, ao longo do percurso do Rio Turvo.....	33
Figura 4- Ponto 1 – Rio Turvo – Ourinhos/SP	34
Figura 5- Ponto 1 – Rio Turvo – Ourinhos/SP	34
Figura 6- Ponto 2 – Rio Turvo – São Pedro do Turvo/SP.....	35
Figura 7- Ponto 2 – Rio Turvo – São Pedro do Turvo/SP.....	36
Figura 8- Ponto 3 – Rio Turvo – Caporanga/SP	37
Figura 9- Ponto 3 – Rio Turvo – Caporanga/SP	37
Figura 10- Ponto 4 – Rio Turvo – Espírito Santo do Turvo/SP	38
Figura 11- Ponto 4 – Rio Turvo – Espírito Santo do Turvo/SP	39
Figura 12- Ponto 5 – Rio Turvo – Paulistânia/SP	39
Figura 13- Ponto 6 – Rio Turvo – Agudos/SP	40
Figura 14- Ponto 6 – Rio Turvo – Agudos/SP	41
Figura 15- Coleta de água para posterior análise	43
Figura 16- Análise de pH com o kit colorimétrico	44
Figura 17- Análise de nitrato com o kit colorimétrico.....	45
Figura 18- Localização da UGRHI-17 e demais localidades do Estado de São Paulo	46
Figura 19- Unidades Hidrográficas principais da UGHRI-17. Unidade Turvo IV	47
Figura 20- Concessionárias de água e esgoto dos municípios (destacados em vermelho) com área percorrida pelo Rio Turvo	51
Figura 21- índice de coleta de esgotos dos municípios com área na UGRHI-17, percorridas pelo Rio Turvo	52
Figura 22- índices de Tratamento de esgoto dos municípios com área na UGRHI-17, percorridas pelo Rio Turvo	53
Figura 23- Ponte de acesso destruída pela vazão das água no regime de chuvas ..	58
Figura 24- Tubulações destruídas, demonstrando que o curso do rio passava por elas.	58
Figura 25- Pegada provável de Onça-parda, demonstrando acesso de animais	59
Figura 26- Devastação do local devido a alta vazão causada pelo regime de chvas.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos e Localizações da pesquisa	32
Tabela 2- Pontuação do protocolo	42
Tabela 3- Captações superficiais das Unidades Hidrográficas do Médio Paranapanema, com destaque para a Unidade do Turvo.....	48
Tabela 4- Captações subterrâneas das Unidades Hidrográficas do Médio Paranapanema, com destaque para a Unidade do Turvo.....	48
Tabela 5- Situação da vazão média per capita na UGRHI-17.....	49
Tabela 6- Situação da UGRHI-17, em termos da razão entre captações e vazões médias, em destaque a Unidade do Turvo.....	50
Tabela 7- Resultados da aplicação do PAER nos seis trechos de amostragens do curso d'água do Rio Turvo	56
Tabela 8- Resultados das análises de água quanto aos parâmetros dos pontos de coleta 1 ao 6 do Rio Turvo e limites difundidos pela Resolução do Conama 357/2005 e Portaria 2.914/2001	60
Tabela 9- Resultados Microbiológicos.....	65

LISTA DE SIGLAS

AER	Avaliação Ecológica Rápida
Art.	Artigo
Ca ⁺²	Íon Cálcio
CaCO ₃	Carbonado de Cálcio
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Cl ⁻	Íon Cloreto
NaCl	Cloreto de Sódio
CO ₂	Gás carbônico
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAE	Departamento de Água e Estogo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
Fe(HCO ₃) ₂	Bicarbonato Ferroso
Fe(OH) ₃	Hidróxido Férrico
Fe ⁺²	Íon Ferroso (Fe II)
Fe ⁺³	Íon Férrico (Fe III)
FeSO ₄	Sulfato Ferroso
H	Íon de Hidrogênio
H ₂ SO ₄	Ácido Sunfúrico
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
mg/L	Miligramas por litro
Mg ⁺²	Íon Magnésio
ml	Mililitro
Na	Sódio metálico
Nd	Não detectável
NH ₃	Amônia
NH ⁺⁴	Íon amônio
NMP	Números mais prováveis
°C	Graus celsius
OD	Oxigênio Dissolvido
PAER's	Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida
pH	Potencial Hidrogeniônico
PM- SAAE	Prefeitura Municipal – Serviço Autônomo de Água e Esgoto
ppm	Partes por milhão
Q _{média}	Vazão média
S	Leste
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UFC	Unidades formadoras de colônia
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UT	Unidade de Turbidez
W	Oeste

1. INTRODUÇÃO

A quantidade total de água na Terra, segundo dados geológicos, permaneceu a mesma durante os últimos milhões de anos, porém o que pode ter variado, foram os volumes estocados nos reservatórios naturais da Terra, como geleiras, oceanos e águas subterrâneas (REBOUÇAS, 2002).

A água é um recurso natural essencial para a vida, uma vez que todos os sistemas biológicos conhecidos no planeta são dependentes de água. O Brasil, sozinho, detém 12% de toda a água doce disponível na superfície do planeta (BEI, 2002).

Cerca de 10% do uso da água do mundo são para abastecimento público, 67% para a agricultura e 23% para a indústria (BEI, 2002).

Nos últimos anos muitos estudos têm sido realizados para investigar o problema da redução da qualidade da água para o abastecimento, lazer, irrigação, entre outros, levando à identificação das fontes poluidoras, bem como à elaboração de propostas para o seu controle, o que gera subsídios para programas de monitoramento da qualidade da água. Outra prática bastante utilizada é o estabelecimento de indicadores da qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos) (RODRIGUES, 2001).

Como consequência da urbanização e até mesmo com o descaso com o meio ambiente, muitos corpos d'água hoje, estão sumindo ou sendo degradados por vários motivos, entre eles, o desmatamento, a erosão do solo causado pelo uso incorreto da terra como a falta de preparo e o manejo do solo, queimadas, compactação do solo por animais ou ainda por reflorestamento mal manejado e contaminação dessas nascentes por esgotos domésticos ou industriais (MENDES, 2014).

Para Branco (1991), a expressão “qualidade da água” não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível do “natural”, isto é, tal como se encontra nas nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do seu uso, que inclui abastecimento, irrigação, industrial e pesca, entre outros.

Segundo Rebouças (2002), tanto os corpos d'água subterrâneos, quanto os superficiais possuem uma capacidade natural de depuração das águas, que retorna à qualidade da água para consumo, depois de certo tempo e distância do curso d'água e que essa capacidade de depuração é a base para os processos de reuso de água.

Para Rodrigues (2001), desenvolvimentos industriais aliados à migração do homem do campo para os centros urbanos, tem gerado graves problemas para os corpos de água localizados próximos às cidades. Entre os impactos que podem ser observados destacam-se aqueles oriundos da deficiente gestão das bacias hidrográficas, como desflorestamento de áreas próximas aos corpos de água e lançamento de efluentes sem tratamento.

Nas últimas décadas, o que pode-se perceber é que a demanda de água cresce conforme o aumento populacional, pois assim as fábricas e as irrigações precisam cada vez mais desse recurso (REBOUÇAS, 2002).

Os recursos hídricos urbanos são de grande importância para os municípios que têm desenvolvimento econômico crescente e aumento demográfico, sendo que a manutenção da qualidade da água dos mananciais de abastecimento para a população, além de serem importantes para a saúde, são interessantes também para diminuir o custo econômico (RODRIGUES, 2001).

A preservação da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, particularmente no que se refere a água dos mananciais como rios destinados ao consumo humano, visto que sua contaminação por excretos de origem humana e animal pode torná-las um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias (RODRIGUES, 2001).

A exploração e ocupação desordenada sem a preocupação devida com a conservação dos ambientes naturais trazem sérios problemas para as cidades principalmente aos córregos e rios que sofrem com as erosões nas suas margens, assoreamento e diminuição da lâmina d'água, falta de floresta ciliar, acúmulo de lixo, despejo de galerias pluviais e a perda da fauna terrestre e aquática (RODRIGUES, 2001).

A garantia de consumo humano de água segundo padrões de potabilidade adequados é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão microbiológico, físico e químico. De acordo com o art. 4º dessa portaria, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde. (BRASIL, 2011). Nesse particular, o consumo de água contaminada por agentes

biológicos, físicos ou químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam a causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000).

Sendo assim, faz-se necessário uma Gestão de Recursos Hídricos que pode ser entendida como o conjunto de ações designadas a regular o uso, o controle e a proteção desses recursos, de acordo com a legislação e normas relacionadas. Seu objetivo é proporcionar a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos das bacias hidrográficas e atuar na recuperação e preservação de nascentes, mananciais e cursos d'água em áreas urbanas (BRASIL, 2001).

Os conhecimentos das condições atuais das características físicas, químicas e biológicas da água do Rio Turvo, apresentadas nesse trabalho permitirão identificar os problemas prioritários para o desenvolvimento de alternativas de solução e de recuperação do curso d'água.

2. JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é relevante com relação aos recursos hídricos, principalmente ao curso d'água do Rio Turvo, pois são águas que servem de abastecimento para a população urbana e rural e é através dos resultados que se compreende e promove ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação e assim, ser base para futuras políticas públicas.

Dessa forma, este trabalho avalia a qualidade do curso d'água do Rio Turvo/SP utilizando parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecológicos e aspectos referentes da legislação vigente afim de comparar os resultados obtidos com os valores de referência normatizados pois os instrumentos de gestão são importantes mecanismos jurídico-administrativos que estabelecem diretrizes básicas para o controle dos recursos hídricos objetivando o uso racional, minimizando possíveis impactos no momento de sua utilização e contribuindo para compatibilizar o seu uso sustentável com o desenvolvimento econômico da região.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o curso d'água do Rio Turvo/SP com relação aos aspectos físicos, químicos, biológicos e ecológicos.

3.2 Objetivos Específicos

- a) realizar análises físicas, químicas e biológicas da água do Rio Turvo;
- b) realizar avaliação ecológica dos pontos de coleta, afim de verificar a qualidade do local;
- c) comparar os resultados das análises colorimétricas aos resultados analíticos;
- d) analisar a gestão ambiental e sanitária do Rio Turvo;
- d) discorrer a respeito da legislação vigente;
- e) comparar os resultados obtidos com o cumprimento da legislação;

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Recurso hídrico: consumo e disponibilidade

Segundo Donadio, Galbiatti e Paula (2005), a água possui papel fundamental no ambiente e na vida humana e nada a substitui, pois sem ela a vida não pode existir. É a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades, em diferentes lugares.

Cerca de 12% da água disponível nos mananciais do planeta estão localizados no Brasil, porém assim como acontece mundialmente, distribui-se nas regiões de maneira irregular. Enquanto o sudeste brasileiro conta com 42,65% da população, tem à sua disponibilidade apenas 6% dos recursos hídricos, enquanto que a região norte do país que, tem apenas 6,98% da população brasileira conta com 68,5% dos mesmos recursos (PHILIPPI, 2005).

No Brasil, embora a água seja considerada recurso abundante, existem áreas muito carentes a ponto de transformá-la em um bem limitado às necessidades do homem. Normalmente, a sua escassez é muito mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, provocando a deterioração das águas disponíveis, devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes (MOITA & CUDO, 1991).

De acordo com Vanzela (2004), o consumo mundial de água nas últimas décadas tem se intensificado drasticamente, pois o crescimento populacional acelerado impulsionou o desenvolvimento industrial e a necessidade do aumento na produção de alimentos e bens de consumo.

Conforme Tundisi (2006), os vários usos múltiplos da água e as permanentes necessidades de água para fazer frente ao crescimento populacional e as demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Assim, em função da escassez deste recurso e da deterioração da qualidade dos mananciais, o abastecimento de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente. A qualidade da água tem sido comprometida desde o manancial, pelo lançamento de efluentes e resíduos, o que exige investimento nas estações de tratamento e alterações na dosagem de produtos para se garantir atingir os padrões de água fornecida.

O consumo de água contaminada por agentes biológicos, físicos ou químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000).

4.2 Qualidade da Água

A forma como o homem usa e ocupa o solo reflete diretamente na qualidade da água que se encontra à sua disposição (DI BERNARDO *et al.* 2005).

Ao interferir no meio ambiente, lançando produtos tóxicos, o homem vem alterando o meio onde vive proporcionando condições ideais para aparecimento de doenças tais como: Disenteria bacilar, Cólera, Salmonelose, Ancilostomose, Ascariíase, Hepatite infecciosa, Poliomielite etc, piorando consideravelmente sua qualidade de vida (MURRAY, 2000).

Os diferentes processos que acontecem em um curso d'água dependem das características do local onde ela se insere. Flora, fauna, relevo, uso e ocupação do solo, e os fenômenos meteorológicos, interagem entre si e condicionam a resposta hidrológica na bacia. As diferentes ações antrópicas em determinadas áreas transformam as estruturas físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas naturais e alteram o ciclo hidrológico, reduzindo desta forma a oferta de água e conseqüentemente a queda da qualidade dos recursos hídricos (ALVARENGA, 2012).

O transporte de sedimentos, o carreamento de nutrientes e matéria orgânica para o leito do rio traz agravos que podem se tornar irreversíveis, superando a capacidade de autodepuração do rio (WITTMAN *et. al.*, 2013).

Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, correspondem aos sólidos (PORTO *et al.*, 1991), que em águas naturais, originam-se, do processo de erosão natural dos solos e do intemperismo das rochas (CARVALHO, 1994).

No entanto, o despejo de esgotos e o uso dos solos para a agricultura constituem-se nas principais contribuições antrópicas de sólidos na água dos mananciais (VANZELA, 2004).

A ação antrópica, por meio de lançamentos de efluentes domésticos ou industriais, pode alterar o curso natural da dinâmica do oxigênio na água, pois de

acordo com Von Sperling (1996), as bactérias decompositoras consomem oxigênio disponível no processo de estabilização da matéria orgânica, reduzindo significativamente sua concentração na água.

No entanto, os corpos d'água têm a capacidade de recuperar as condições naturais de oxigênio dissolvido por meio da autodepuração, que é o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após alterações induzidas pelos despejos afluentes (VON SPERLING, 2007).

A água contém diversos componentes, provenientes do próprio ambiente natural ou que são incorporados a partir de atividades humanas. A partir de suas características físicas, químicas e biológicas é possível avaliar sua qualidade. Estas características são inapropriadas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (UFV, 2011).

Pelo fato dos recursos hídricos serem de grande importância para o desenvolvimento da vida humana e de diversas atividades, o monitoramento da sua qualidade torna-se indispensável, pois permitirá auxiliar na determinação de seus usos, possibilitando a identificação e avaliação das alterações qualitativas e quantitativas da água e, por isso, constituem um dos instrumentos importantes no controle ambiental, atividades degradantes e gestão dos recursos hídricos (SOARES *et al.*, 2007; HARADA, 2007).

Devido a qualidade e a quantidade das águas dos rios serem cada dia mais afetadas pela ocupação desordenada da bacia hidrográfica, falta de saneamento básico e poluição, é importante identificar a qualidade da água e verificar a sua vulnerabilidade à atividade humana, tendo em vista a necessidade da conservação dos recursos hídricos. Segundo Tundisi *et al.* (2008), o conhecimento da qualidade das águas dos rios e o uso e ocupação de suas bacias hidrográficas faz-se necessário ainda para traçar estratégias de planejamento e gestão, como o aumento da demanda de água, mudanças nos mosaicos de paisagem decorrente do desenvolvimento da região e até mesmo as possíveis consequências das mudanças climáticas globais.

A qualidade da água é um conceito relativo que depende diretamente do uso a que se destina seja este para balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática. Para cada um dos usos existe um padrão de qualidade especificado pela legislação. Assim, a política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução do Conama nº 357, estabeleceu parâmetros que determinam limites aceitáveis para diferentes usos.

4.2.1 Parâmetros da qualidade da água

Os parâmetros biológicos, físicos e químicos, determinam as características de potabilidade necessárias para que a água chegue até a população de uma maneira mais segura e confiável afim de que possa ser utilizada para o consumo humano (RICHTER e NETTO, 1999).

Pelo fato de que há muita deterioração dos sistemas aquáticos, houve a necessidade de se criar medidas para assegurar sua proteção e o uso sustentável. Assim, em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Este enquadramento visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que são destinadas e diminuir os custos de combate a poluição, mediante ações preventivas permanentes. Em 2005, o enquadramento dos corpos de água segundo suas classes foi reformulado com o intuito de alcançar as condições adequadas de qualidade da água a ser utilizada nas mais diversas finalidades, conforme estabelecido pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274 e nº 357 (CONAMA 2005), sendo que, o estabelecimento de uma classe de qualidade requer um conhecimento das condições físicas, químicas e biológicas de suas águas.

Em 2011, a resolução 357 do Conama foi alterada pela Resolução 430/2011 também do Conama ainda para condições e padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água. A portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, do ministério da Saúde, trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O conceito de Bacia Hidrográfica é utilizado no Brasil e aplicado em pesquisas relacionadas à conservação, planejamento e educação ambiental (SOUZA e TUNDISI, 2003; PIRES *et al.*, 2005; RODRIGUES, 2011; TUNDISI *et al.*, 2008). Com relação ao gerenciamento de recursos hídricos, o Brasil adotou a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos e promoveu a descentralização e a participação social no processo de gestão por meio da criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas através da Lei 9433/1997, conhecida como Lei das Águas (BRASIL/MMA, 2006a).

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso preponderante. Desta forma, os padrões de potabilidade são diferentes dos de balneabilidade, que

por sua vez, são diferentes dos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial.

Para esses padrões serem cumpridos, são necessárias análises físico e químicas que comprovem a qualidade das águas através da comparação dos parâmetros dispostos na portaria.

Dentre os padrões, a turbidez de uma amostra de água é definida como o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la sendo esta redução ocorrendo por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca, devido à presença de sólidos em suspensão (CETESB, 2003).

No entanto, a turbidez não depende estritamente da concentração de sedimentos em suspensão, mas também de outras características do sedimento tais como tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica (SANTOS *et al*, 2001).

Esse parâmetro é de extrema importância para a vida aquática, pois segundo Braga *et al.* (2002), com o aumento da turbidez, e conseqüentemente a redução da transparência da água, ocorre redução nas taxas fotossintéticas, prejudicando a procura de alimento para algumas espécies, o que leva a desequilíbrios ambientais. Esse parâmetro físico é bastante utilizado na caracterização de águas para o abastecimento urbano, não influenciando diretamente a qualidade de água para a irrigação.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um valor que representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ (em escala logarítmica), fornece uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 2007).

A biota aquática exerce influência marcante sobre o pH da água, pois de acordo com Moraes (2001), o consumo de CO_2 durante o dia, pelo processo fotossintético, a partir das macrófitas aquáticas e algas, pode elevar o pH do meio. Por outro lado, a liberação e dissolução de gás carbônico na água pela respiração, resultarão em ácido carbônico, promovendo a redução do pH (BRAGA *et al.*, 2002).

Outro parâmetro químico avaliado em águas naturais é o ferro que pode ser encontrado sob as formas de $Fe(HCO_3)_2$ (bicarbonato ferroso), $Fe(OH)_3$ (hidróxido férrico) e $FeSO_4$ (sulfato ferroso). O ferro na água origina-se, naturalmente, do contato constante entre a água e os solos e seus materiais de origem, formados à base de sesquióxidos de ferro, que por reações de redução (comum no processo de

intemperismo) transformam o ferro da forma Fe^{3+} (insolúvel) para a forma Fe^{2+} , tornando-se solúvel na água. O Fe^{2+} ao entrar novamente em contato com o oxigênio perde elétrons por reações de oxidação, tornando-se novamente insolúvel (CURI *et al.* 1993).

Com a precária conservação dos solos no meio rural, os processos de erosão e assoreamento em solos formados a base de sesquióxidos de ferro, aumenta consideravelmente a quantidade de solo em contato com a água, resultando assim, no aumento da concentração de ferro, tanto solúvel como em suspensão na água (VANZELA, 2004).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos (MORAES, 2001), sendo originado, naturalmente, da dissolução do oxigênio atmosférico e da produção por organismos fotossintéticos (VON SPERLING, 1996).

A dinâmica do oxigênio dissolvido na água está intimamente relacionada com a biota aquática, pois faz parte dos processos de fotossíntese e respiração ou decomposição, que, por sua vez estão diretamente relacionados ao fotoperíodo, à intensidade luminosa e à temperatura (MORAES, 2001).

Através da fotossíntese, o oxigênio é liberado, aumentando a sua concentração na água durante o dia, sendo que o inverso ocorre durante a noite, devido a predominância da respiração (LARCHER, 2000).

A concentração de gases em água depende da sua solubilidade, que por sua vez, varia de acordo com a sua composição, aumentando com a pressão parcial do gás no meio adjacente (a atmosfera, por exemplo) e diminuindo com a temperatura e com a concentração de substâncias dissolvidas ou a salinidade (BRAGA *et al.*, 2002).

Segundo Porto *et al.* (1991), a solubilidade do oxigênio pode variar de 14,6 mg/l a 0°C até 7,6 mg/l a 30°C, dependendo da pressão (altitude) e sais dissolvidos.

Outro parâmetro relevante é a dureza da água que pode ser definida como a concentração de sais solúveis, geralmente associada a íons cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), embora estejam presentes outras substâncias como os cátions ferrosos e manganosos (LIMA, 1993).

A origem natural desses elementos na água ocorre através da dissolução de minerais, solos e rochas (PORTO *et al.*, 1991), como por exemplo, a calcita e a dolomita (CAPUTO, 1974), ou por despejos industriais (VON SPERLING, 1996).

Segundo CETESB (2009), o conhecimento do teor de cloretos das águas tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais. A presença de cloretos na água é resultante da dissolução de sais com íons Cl^- , por exemplo, de cloreto de sódio.

Segundo a resolução do Conama n. 357/2005 águas salobras são águas com salinidade superior a 0,5 % e inferior a 30,5% (BRASIL, 2005).

Para o bom funcionamento e equilíbrio são necessários sais, mas somente 0,9% de sangue é composto por estes. Na água do mar existe cerca de 4% de sais, um valor bastante alto para os padrões do corpo humano, principalmente quanto à taxa de cloreto de sódio. Caso haja ingestão de água salobra, o intestino receberá uma quantidade de sal muito maior do que a existente circulando em vasos sanguíneos. Os rins parariam de funcionar, pois não excretariam o excesso de sal no sangue. A partir daí o corpo só iria desidratar e a pressão arterial aumentar (MENEZES, 2009).

Já no caso da água do mar, seu teor se aproxima dos 20.000 ppm, e entre eles a maior concentração é o de cloreto de sódio (NaCl) com cerca de 70% deste teor. A água de chuva, por exemplo, tem presença insignificante de cloretos (menos de 1%), exceto em regiões próximas ao litoral. De um modo geral a presença de cloretos tem origem na dissolução de minerais, contato com áreas de sal, mistura com a água do mar e introdução de águas residuárias domésticas ou industriais (TAFFAREL, 2012).

De acordo com CETESB (2009) em termos de consumo, suas limitações estão no sabor e para outros usos domésticos e para processos industriais. Água com teores menores que 250 ppm de cloretos é satisfatória para serviços de abastecimento doméstico (o ideal seria menor que 150 ppm). Concentrações superiores a 500 ppm implicam em sabor característico e desagradável. Para consumo de animais esta concentração pode chegar até 4000 ppm.

A amônia é outro parâmetro que pode ser relacionado ao lançamento de efluentes domésticos e industriais. A amônia é a forma mais reduzida de nitrogênio orgânico em água e inclui NH_3 (amônia) e NH_4^+ (íon amônio) dissolvidos. Embora a amônia seja somente um pequeno componente no ciclo total do nitrogênio, esta contribui para a fertilização da água tendo em vista que o nitrogênio é um nutriente essencial para as plantas. Águas naturais contém concentrações de nitrogênio amoniacal inferiores a 0,1 mg/L. A amônia é uma substância tóxica não persistente e

não cumulativa e em sua típica baixa concentração não afeta o homem nem a mamíferos em geral. Peixes são mortos por asfixia em águas com grande quantidade de amônia, pois esta reduz a capacidade de transporte de oxigênio no sangue destes animais. Sais de amônia destroem os concretos e a interação da amônia com o cloro, pode afetar a eficiência da desinfecção da água (CETESB, 2009).

Já com relação às análises microbiológicas, água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli* (FUNASA, 2006).

O grupo dos coliformes, segundo Queiroz (2005), em sua maioria é composto por bactérias intestinais excretadas nas fezes, são utilizados como indicadores de qualidade da água devido à sua constância, grande concentração no material fecal e facilidade no isolamento.

Di Bernardo e Dantas (2005) afirmam que os coliformes têm sido utilizados como indicadores de recente poluição da água por fezes e a correlação dos coliformes com organismos patogênicos é diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o número de coliformes encontrados na água, maior a probabilidade de encontrar microrganismos patogênicos. Os coliformes totais abrangem também espécies que não são de origem exclusivamente fecal, podendo detectá-los naturalmente na água, plantas e no solo. Dessa maneira os coliformes totais têm um valor sanitário limitado se enquadrando com mais eficiência para análises de água tratada.

Segundo Von Sperling (2005), os coliformes apresentam resistência superior à maioria das bactérias patogênicas e estão presente em grandes proporções nas fezes de humanos e de animais de sangue quente. De forma simplificada os coliformes totais podem ser classificados como coliformes ambientais, devido sua ocorrência no solo e até na água não contaminada, podendo ser organismos de vida livre e não especificamente intestinal.

4.3 Gestão Ambiental e Sanitária

Ao final do século XIX, por ocasião da Era Industrial, e posteriormente seguindo-se ao século XX, quando aumentou grandemente a utilização e exploração descontrolada dos recursos naturais renováveis e não renováveis, além da explosão demográfica, inicia-se também a partir daí um longo período de conscientização sobre

a necessidade de preservar o meio ambiente, garantindo a sustentabilidade, conforme explicitado por Sabbagh (2011).

O desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade ambiental implica em preservar o meio ambiente ao mesmo tempo em que garanta o desenvolvimento socioeconômico, ou seja, produzir sem provocar danos irreversíveis, recompondo ou ajudando na recomposição da natureza. Para garantir essas premissas devem-se envidar esforços por meio do uso inteligente dos recursos naturais, conservando as suas características primárias para o futuro e mantendo a competência de um ambiente natural saudável, para a sustentabilidade das condições de bem estar de todas as formas de vida do ambiente (KRAEMER, 2012).

Para manutenção da qualidade e sustentabilidade ambiental é necessário que a administração pública articule e gerencie medidas para perfazer uma verdadeira gestão ambiental. Administrar o meio ambiente pode ser considerado como a união das atividades da função gerencial que determinam a política ambiental, os objetivos e as responsabilidades, colocando-os em prática por intermédio do sistema, do planejamento, do controle e da melhoria do gerenciamento ambiental, com o auxílio de instrumentos e órgãos que favorecem a condução dessa gestão (NETO; CAMPOS; SHIGUNOV; 2008).

Considerando o município como esfera mais próxima da realidade de cada indivíduo, cabe a ele atuar de forma mais incisiva na gestão ambiental, estritamente no que a lei lhe permite, defendendo e garantindo a supremacia do interesse público observado na esfera de sua localidade.

Segundo Andrade (2005) a expansão da ocupação urbana irregular ocorre, muitas vezes, sobre as áreas de mananciais de abastecimento de água ou nas margens de córregos que funcionam como drenos, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades, tem como consequência a poluição dos corpos d'água, o confinamento e assoreamento dos rios pela retirada da vegetação gerando a redução do escoamento de água.

De acordo com Brasil (2013), "a falta de tratamento e de disposição adequada de esgotos domésticos provoca a contaminação de cursos de água de todo o mundo e constitui uma das maiores fontes de poluição hídrica".

A água é essencial à vida e por isso o homem necessita da água com qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender suas necessidades, para proteger sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico. Para isso, faz-se

necessário a implantação de um sistema de abastecimento de água que, dentro do contexto do saneamento básico, deve ser considerado tanto os aspectos sanitários e sociais quanto os aspectos econômicos (RIBEIRO E ROOKE, 2010).

Esta poluição por esgotos domésticos pode ser de caráter pontual, ocorrendo o despejo in natura no curso d' água ou de forma difusa quando o despejo é realizado na rede pluvial. A poluição dos corpos d'água por esgotos domésticos pode ser identificada pela presença de coliformes fecais, estes que são provenientes de fezes humanas e de animais e podem trazer diversos riscos à saúde humana (BRASIL, 2013).

As modificações causadas pela ação do homem geram problemas com relação aos fatores bióticos e abióticos desses ecossistemas, como processos de eutrofização e a perda de fauna e vegetação endêmicas. Assim, o conhecimento acerca das condições ambientais de rios e riachos é de extrema importância para o uso sustentável dos recursos hídricos (DUDGEON *et al.* 2006). Uma forma de avaliar essas condições é por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto *et al.* (2002).

A Avaliação Ecológica Rápida (AER) é forma muito útil para caracterizar os ambientes e seus níveis de contaminação ou preservação. Essas avaliações vêm ocorrendo em alguns Estados do Brasil segundo um planejamento por regiões (TOCANTINS, s/d).

Uma Avaliação Ecológica Rápida de uma área ou região terrestre é um levantamento flexível, acelerado e direcionado das espécies e tipos vegetacionais. As AER utilizam uma combinação de imagens de sensoriamento remoto, coletas de dados de campo e visualização de informação espacial para gerar informações úteis para o planejamento da conservação em múltiplas escalas. A AER é uma forma de selecionar de territórios propícios à conversão em áreas a serem protegidas. Baseia-se em caracterizações dos meios físico e biótico de uma área selecionada, obtidas em um curto período de tempo (CALLISTO, 2002).

Em 1989 os PARs começaram a serem utilizados, quando foi publicado o documento "Rapid Bioassessment Protocols" (RBPs) escrito por Plafkin *et al.* (1989) que estabeleceu os primeiros protocolos, que surgiram para fornecer dados básicos sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos. Desde então, houve um aumento das discussões sobre a importância da

utilização de critérios integrados na avaliação da qualidade dos recursos hídricos e da utilização de métodos que englobam estes critérios. O governo Australiano desenvolveu um programa de avaliação da “saúde” dos sistemas fluviais do país chamado Australian River Assessment System (AusRivAS), que realiza, o monitoramento dos ecossistemas através dos protocolos (RODRIGUES *et.al.*, 2008)

Já no Brasil, a técnica ainda se encontra restrita a projetos desenvolvidos principalmente em Programas de Pós-Graduação e, como exemplos, podem ser citados os trabalhos de Callisto *et al.* (2002), Upgren (2004), Ferreira & Castro (2005), Minatti-Ferreira & Beaumord (2006) e, mais recentemente, Rodrigues (2008) (RODRIGUES *et.al.*, 2008).

Vale lembrar que o PAER é utilizado como uma ferramenta baseada em qualificações visuais que, agregando a atributos de caráter físico do habitat e parâmetros biológicos, possibilita uma caracterização imediata do estado do corpo d’água (CALLISTO, 2002).

Neste contexto, de acordo com Rodrigues *et.al.* (2008), inserem-se os Protocolos de Avaliação Ecológica Rápida (PAERs), instrumentos úteis que levam em consideração a análise integrada dos ecossistemas, através de uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação por pessoas treinadas. Os PAERs além de oferecer oportunidade de avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de cursos d’água, constituem-se numa importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental facilitando a tomada de decisão em relação aos problemas identificados durante a avaliação ambiental. Seu valor facilita muito a comparação de trechos de um mesmo curso d’água ou em mais cursos d’água distintos (CALLISTO *et al.*, 2001).

Para Simielli (1999), os mapas nos permitem obter o domínio espacial e fazer a síntese dos fenômenos que ocorrem num determinado espaço. Pode-se também, com eles, ter-se a leitura do espaço por diferentes informações e, na cartografia, por diferentes formas de representação. A utilização de sensoriamento remoto SIG (Sistema de Informação Geográfica) facilita a identificação e especialização dos mosaicos dos diferentes ambientes modificados, possibilitando a definição das redes amostrais para diagnóstico, monitoramento e avaliação da qualidade da paisagem.

Padilha *et al.* (2007), afirmam ainda que a utilização do geoprocessamento para a elaboração da base cartográfica digital para o planejamento ambiental torna-se cada vez mais um instrumento indispensável para orientação do sistema de

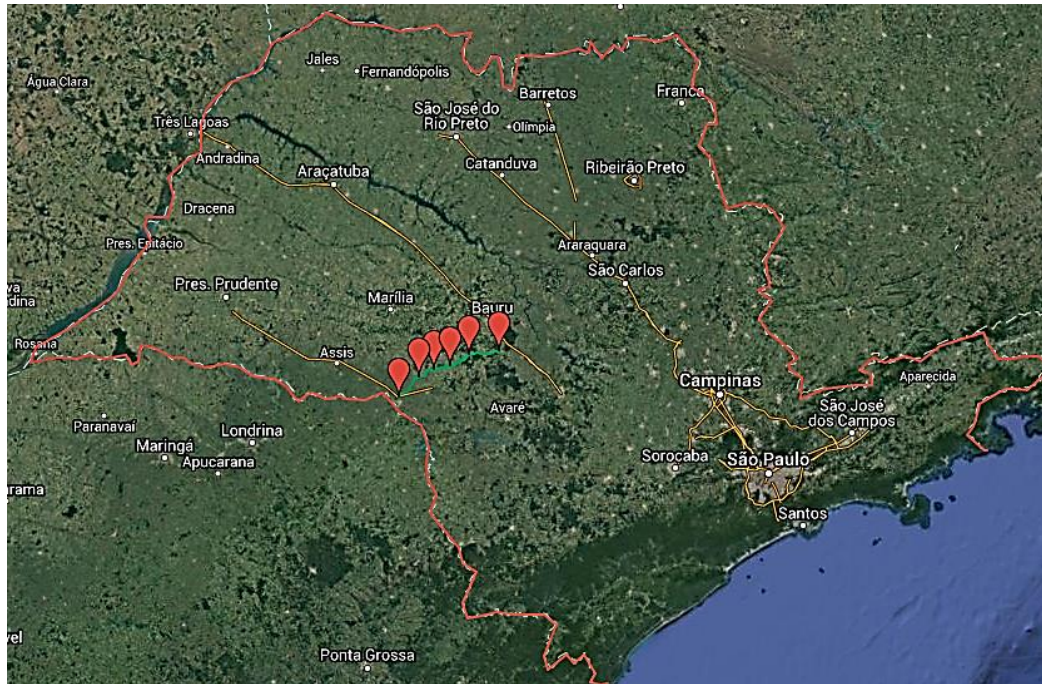
gerenciamento dos recursos naturais, uma vez que a utilização correta desses dados conduz um processo de gestão municipal útil, prático e eficaz.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização da área e características

A pesquisa foi realizada na micro bacia do Rio Turvo, localizada no interior do Estado de São Paulo (figura 1).

Figura 1- Mapa do estado de São Paulo (em vermelho), com o percurso do Rio Turvo (em verde).



Fonte: Adaptado Google Maps

O Rio Turvo é afluente do rio Pardo, que por sua vez é afluente do rio Paranapanema. Nasce no município de Agudos bem próximo da rodovia SP-273, na localização geográfica latitude: 22°29'37" Sul e longitude: 49°02'42" Oeste. Seu curso é tortuoso e tem aproximadamente 130 km, percorrendo os municípios de Agudos, Borebi, Paulistânia, Espírito Santo do Turvo, Santa Cruz do Rio Pardo, Caporanga, São Pedro do Turvo e em seguida Ourinhos, onde deságua no rio Pardo, na localização geográfica latitude: 22°56'19.0" Sul e longitude: 49°52'55.6" Oeste. A figura 2 mostra o ponto onde o Rio Turvo deságua no Rio Pardo, em Ourinhos/SP.

Figura 2- Encontro do Rio Turvo com o Rio Pardo, em Ourinhos/SP.



Fonte: Adaptado Google Maps

5.2 Análises de Campo

Foram definidas seis localizações em cidades diferentes, ao longo do percurso do Rio Turvo. Esses locais foram escolhidos pela boa distribuição geográfica entre as cidades, pelo fácil acesso aos pontos e pelo tipo de uso da área. Os locais foram denominadas de Pontos. A tabela 1 apresenta os pontos e as localizações da pesquisa ao longo do Rio Turvo.

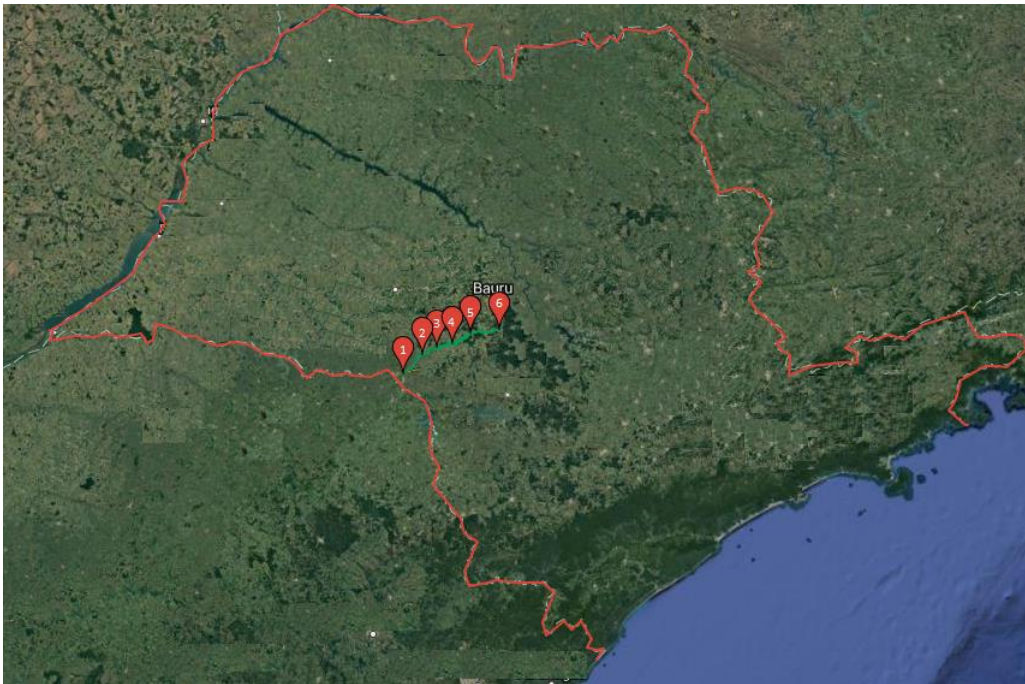
Tabela 1 – Pontos e localizações da pesquisa

Ponto	Município	Localização geográfica
P1	Ourinhos	22°55'48.9"S 49°52'49.4"W
P2	São Pedro do Turvo	22°46'48.4"S 49°42'57.5"W
P3	Caporanga	22°42'46.6"S 49°34'09.9"W
P4	Espírito Santo do Turvo	22°41'00.3"S 49°25'51.2"W
P5	Paulistânia	22°35'26.6"S 49°15'54.8"W
P6	Agudos	22°33'57.5"S 49°01'45.7"W

A Figura 3 ilustra os seis pontos ao longo do percurso do Rio Turvo, no sentido da jusante à montante.

O ponto 1 está localizado à montante do município de Ourinhos, a poucos quilômetros do encontro do Rio Turvo com o Rio Pardo.

Figura 3- Pontos analisados pela pesquisa, ao longo do Rio Turvo.



Fonte: Fonte: Adaptado Google Maps

Figura 4- Ponto 1 – Rio Turvo- Ourinhos/SP



Figura 5- Ponto 1 – Rio Turvo- Ourinhos/SP



Como pode-se observar nas figuras 4 e 5, este ponto possui alguns momentos de correnteza, com águas turvas, vegetação na mata ciliar, apesar da área ao redor ser predominada por pastos e rodovias. Importante destacar que é uma área modificada pelo homem, como pode-se observar pelas pedras e pelo muro de arrimo nas laterais.

O Ponto 2 está localizado à montante do município de São Pedro do Turvo, em área rural. Neste ponto em específico, há criações de animais com acesso ao Rio como pode ser observado nas figuras 6 e 7.

Figura 6- Ponto 2 – Rio Turvo- São Pedro do Turvo/SP



Figura 7- Ponto 2 – Rio Turvo- São Pedro do Turvo/SP



Pode-se observar que há mata ciliar, porém ela é extinta em alguns trechos do percurso. A outra margem tem predominância de pastagem. A água mantém sua cor turva e a localização indica pouca interferência da urbanização.

O Ponto 3 está localizado à montante do distrito de Caporanga, pertencente ao município de Santa Cruz do Rio Pardo. Ao observar as figuras 8 e 9, pode-se notar a presença de pastagem ao redor da área e pouco mata ciliar nas margens do rio. Pode-se observar também a presença de vegetação dentro do rio, caracterizando algum desastre ambiental no local, que pode ser causado por uma ventaria, aumento da vazão do curso d'água por intensas chuvas ou ainda corte de árvore ilegal. A água continua turva, caracterizando o rio.

Figura 8- Ponto 3 – Rio Turvo - Caporanga/SP



Figura 9- Ponto 3 – Rio Turvo - Caporanga/SP



O Ponto 4 está localizado à jusante do município de Espírito Santo do Turvo.

Nas figuras 10 e 11 pode-se observar que a água neste ponto também é bem turva, há mata ciliar, mas em pouca quantidade e ao entorno a área é predominada por pastagens. Também há pouca urbanização no local.

Figura 10- Ponto 4 – Rio Turvo- Espírito Santo do Turvo/SP



Figura 11- Ponto 4 – Rio Turvo- Espírito Santo do Turvo/SP



O Ponto 5 está localizado no município de Paulistânia (figura 12).

Figura 12- Ponto 5 – Rio Turvo- Paulistânia/SP



Nesse local, há certa área com mata ciliar, mas não nas medidas necessárias. Segundo o Novo Código Florestal- Lei 2.651/2012, rio ou córregos com até 10 metros de largura devem possuir mata ciliar com pelo menos 30 metros, nas duas laterais.

Ao redor, assim como em outros locais, há pastagem e plantação de cana-de-açúcar.

Este ponto 5 está localizado na área rural, à jusante do município Agudos (figura 14 e 15) e pode-se observar também a queda de árvores ao longo do percurso, caracterizando algum desastre natural ou ainda aumento da vazão do rio por conta do índice de chuvas.

Por fim, o ponto 6 está localizado no município de Agudos, em área rural, à jusante do município de Borebi. Neste ponto pode-se observar plantação de cana-de-açúcar, mata ciliar nas margens, porém não em quantidade adequada e um grande dano nas margens do rio, demonstrando um grande assoreamento no local, possivelmente por conta do aumento rápido da vazão do rio.

Figura 13- Ponto 6 – Agudos/SP



Figura 14- Ponto 6 – Agudos/SP



5.2.1 Avaliação Ecológica Rápida (aplicação do protocolo)

Tendo em vista a importância ecológica, econômica e social dos ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como a necessidade da inclusão de fatores abrangentes e interativos na avaliação dos recursos hídricos que visam cobrir uma ampla gama de características do rio ou nascente, neste trabalho avaliou-se os trechos selecionados na área de estudo pelo valor do Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida (PAER), proposto por Callisto *et al.* (2002).

Este protocolo se faz importante pois reúne um conjunto de parâmetros de caráter geomorfológico, sedimentológico, ecológico e biológico, que podem ser adaptados para a área de estudo, e assim oferecem a oportunidade de avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de cursos d'água e constituem-se importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental facilitando a tomada de decisão em relação aos problemas identificados durante a avaliação ambiental. O protocolo utilizado é apresentado nos Anexos 1 e 2.

O protocolo de Callisto *et al.* (2002) prevê a inclusão de novos parâmetros. Assim, no quadro A do protocolo original foram incluídos oito novos parâmetros, baseados em novas formas de poluição ou utilização de acordo com os usos do local, a saber:

- presença/ausência de lixo em torno;
- materiais flutuantes;
- espumas, de esgoto;
- uso por animais e/ou humanos;
- presença/ausência de proteção física no local e proximidade com residências.

Ao final das análises, para cada parâmetro neste PAER, é atribuída uma pontuação. Para o grau de pontuação A tem-se os valores entre 0 e 72 pontos e para o Grau de Pontuação B, tem-se entre 0 e 60 pontos correspondentes à categoria de sua condição ambiental (ANEXOS 1 e 2). A pontuação aumenta na mesma proporção da qualidade do *habitat*, e pode variar de acordo com o local das avaliações (CALLISTO, 2002).

Os valores são distribuídos de acordo com o gradiente de estresse ambiental verificado no local da avaliação, podendo variar a condição conforme a tabela 2 a seguir:

Tabela 2- Pontuação do protocolo.

Grau de Pontuação A	
Avançada	0-53 pontos
Moderada	54-79 Pontos
Natural	= > 80 pontos

Fonte: adaptado de Callisto *et al.* (2002).

Quanto maior a pontuação, maior será o estado de preservação e menor a influência antrópica no referido curso d'água. De acordo com o protocolo adaptado de Callisto *et al* (2002), valores de somatória total entre 0 e 53 pontos caracterizam trechos com avançada influência antrópica ou de grande impacto. Valores entre 54 e 79 indicam trechos já alterados revelando influência antrópica moderada. Trechos com valores de somatória igual ou maior que 80 indicam regiões naturais sem influência antrópica.

Uma vez que tem sido acrescido 8 parâmetros ao quadro A do protocolo de Callisto *et al.* (2002), manteve-se a proporção das pontuações quanto as

características. Assim, de 0 a 53 pontos, o trecho foi considerado com avançado influência antrópica, de 54 a 79 pontos, moderada influência antrópica e igual ou superior à 80 pontos, o trecho foi considerado sem influência antrópica.

5.2.2 Coletas

As coletas de água foram realizadas durante três dias, no mês de Janeiro de 2016, em seis pontos específicos da cidade ao longo do Rio Turvo (conforme tabela 1 anterior).

As coletas de água foram feitas em dias e horários alternados, sempre à meia água, com o cuidado de não deixar bolhas de ar dentro da garrafa coletora, direcionando-se a boca do frasco coletor contra a correnteza de acordo com as normas do Guia Nacional de Coleta de Água da Cetesb (CETESB, 1996). Os frascos de vidro foram etiquetados, mantidos na ausência de luz e na temperatura próxima ao ambiente natural (23°C) até o momento da análise que foi realizada em laboratório particular (Figura 15).

Figura 15 – Coleta de água para posterior análise



5.2.3 Análises físicas e químicas

Em campo foi utilizado o EcoKit técnico para água doce, baseado em colorimetria que é um método de análise quantitativa que se relaciona a comparação da cor produzida por uma reação química com uma cor padrão. De acordo com a intensidade da cor produzida, infere-se a concentração da água a ser analisada de acordo com um catálogo padrão (Figura 16 e 17).

Por meio desse kit, sete parâmetros foram medidos: Oxigênio Dissolvido, pH, Nitrato, Nitrito, Amônia, Ortofosfato e Turbidez, seguindo o protocolo de análise do manual do fabricante.

Figura 16 – Análise de Ph com o kit colorimétrico



Figura 17- Análise de nitrato com o kit colorimétrico



A temperatura da água foi obtida com o uso de termômetro comum colocado no leito do curso d'água com o bulbo na coluna d'água, segundo o Guia de Coleta da CETESB.

5.3 Análises Laboratoriais

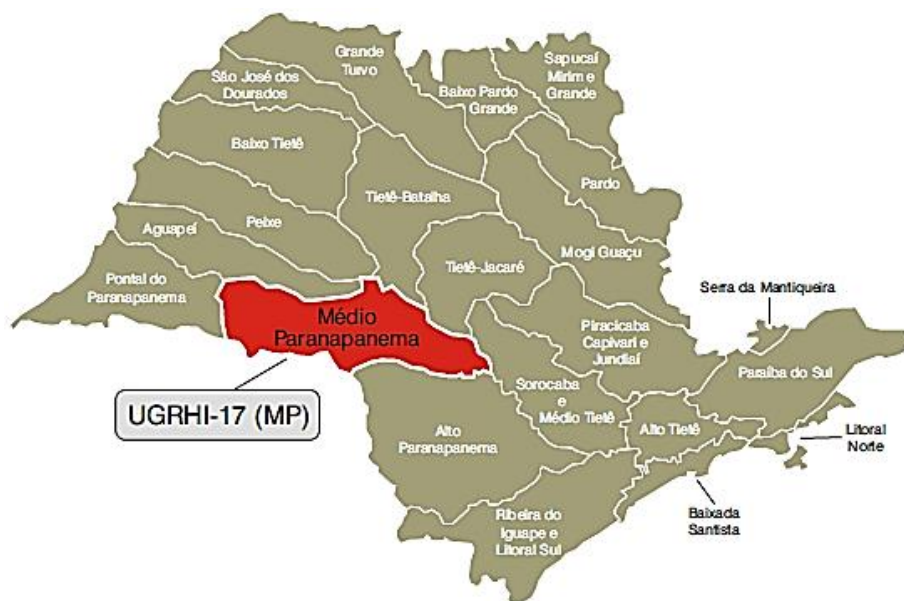
As análises laboratoriais foram realizadas pela empresa Pinheiro Ambiental, localizada em Santa Cruz do Rio Pardo, SP. Para o parâmetro Dureza foi realizado o processo de Titulação por complexação, utilizando uma solução padronizada de EDTA. Para Ferro Total e Fósforo foram utilizadas técnicas de espectrofotometria. O parâmetro Cloreto foi determinado por titulação. A Demanda Química de Oxigênio, foi determinada pela redução do Dicromato a íon Cromo trivalente (Cr^{+3}) mediante reação com a matéria oxidável presente na amostra, em presença de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4). Demanda Bioquímica de Oxigênio foi analisada através do Teste de DBO⁵, 20 (5 dias, 20° C). Para a série Nitrogenada foram determinados os métodos de destilação preliminar/ titulométrico , método colorimétrico e por eletrodo íon-específico e por fim o Nitrogênio Total pelo método macro-Kjeldahl. Oxigênio Dissolvido e pH aferidos através do método potenciométrico, utilizando um Peagâmetro.

A quantificação de *Escherichia coli* e Coliformes totais nas amostras coletadas, foram determinadas pela técnica tradicional de tubos múltiplos.

5.4 Gestão Ambiental e Sanitária

Com o intuito de diagnosticar melhor as degradações e ampliar o espectro da área de estudo e seus impactos e ocupações, foi realizada uma análise do Plano de Bacias da Unidade de Gerenciamento do Recursos hídricos do Médio Paranapanema, produzido em 2007, no qual o Rio Turvo é integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRH-17), gerenciada pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Médio Paranapanema, conforme destaque no mapa (Figura 18).

Figura 18 – Localização da UGRHI-17 e demais unidades no estado de São Paulo



Fonte: Plano de Bacia do Médio Paranapanema, 2007

As unidades geológicas do Médio Paranapanema são constituídas por rochas sedimentares e ígneas, da bacia do Paraná e depósitos sedimentares recentes, da idade cenozoica. Mais de 60% da extensão corresponde aos arenitos do Grupo Bauru e quase 40% às rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral. Os dois principais aquíferos disponíveis na região são: o Bauru e o Serra Geral (PLANO DE BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA, 2007).

Com relação ao uso e ocupação do solo, na UGRH-17 predominam as pastagens (mais de 50% em área), seguidas de culturas temporárias (soja, milho e cana-de-açúcar). As principais indústrias são: sucro-alcooleira, curtumes, frigoríficos e demais alimentícias (PLANO DE BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA,2007).

Com relação à disponibilidade de água, foram criadas unidades hidrográficas da UGRHI-17, entre elas a Unidade Turvo, classificada como Unidade IV, onde são utilizadas para avaliação da disponibilidade hídrica superficial, conforme figura 19:

Figura 19- Unidades hidrográficas principais da UGRHI-17. Unidade Turvo – IV.



Fonte: Plano de Bacia do Médio Paranapanema, 2007

A disponibilidade potencial de águas subterrâneas ou reservas totais exploráveis da UGRHI-17 são da ordem de 20,7 m³/s (SIGRH, 2001).

A tabela 3, expõe a captação superficial UGRHI-17 e as unidades hidrológicas, em m³/s, com destaque para a Unidade Turvo, que, observando a captação total para abastecimentos públicos e particulares está em quarto lugar quando comparado às outras unidades.

A tabela 4 expõe a captação subterrânea da UGRHI-17 e as unidades hidrológicas, em m³/s, com destaque para a Unidade Turvo, que, observando a captação total para abastecimentos públicos e particulares está em quinto lugar quando comparado às outras unidades.

Tabela 3- Captações superficiais das unidades hidrográficas do Médio Paranapanema, com destaque para a unidade Turvo.

Unidade hidrográfica	Captações superficiais			
	Abastecimento público		Particulares	Total
	SABESP	Sistemas municipais		
Capivara	0,285	0,000	0,062	0,0347
Pari	0,003	0,028	0,112	0,142
Novo	0,012	0,022	0,076	0,110
Turvo	0,136	0,020	0,012	0,168
Pardo	0,266	0,514	0,274	1,053
Paranapanema VI- a	0,000	0,000	0,009	0,009
Paranapanema VI- b	0,000	0,051	0,569	0,620
Paranapanema VI- c	0,000	0,011	0,000	0,011
Paranapanema VI- d	0,000	0,228	0,012	0,240
Não disponível	0,000	0,000	0,000	0,000
Total – MP	0,702	0,874	1,126	2,700

Fonte: Revisão de CPTI (1999), DAE (2006); adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

Tabela 4- Captações subterrâneas das unidades hidrográficas do Médio Paranapanema, com destaque para a unidade Turvo.

Unidade hidrográfica	Captações subterrâneas – poços			
	Abastecimento público		Particulares	Total
	SABESP	Sistemas municipais		
Capivara	0,245	0,011	0,154	0,409
Pari	0,090	0,019	0,030	0,139
Novo	0,022	0,008	0,004	0,033
Turvo	0,130	0,021	0,027	0,178
Pardo	0,392	0,025	0,159	0,577
Paranapanema VI- a	0,179	0,025	0,089	0,293
Paranapanema VI- b	0,000	0,005	0,013	0,018
Paranapanema VI- c	0,000	0,000	0,000	0,000
Paranapanema VI- d	0,000	0,011	0,036	0,048
Não disponível	0,303	0,094	0,001	0,398
Total – MP	1,361	0,219	0,513	2,093

Fonte: Revisão de CPTI (1999), DAE (2006); adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

Pelos dados disponíveis, o principal uso é o abastecimento público, porém, é provável que o uso particular em situações industriais, de irrigação e dessedentação de animais estejam subestimados, pois as bases de dados de outorgas, muitas vezes estão desatualizadas, por ausência ou insuficiência de monitoramento das vazões

utilizadas e ainda falta no controle da qualidade de conservação das formas de captação. Assim, faz-se necessário um controle mais atualizado, com uniformidade nos usos.

Segundo Plano de Bacia do Médio Paranapanema (2007), umas das maneiras de se comparar o uso da água por abastecimento público e a disponibilidade hídrica é uma adaptação de um quadro das Nações Unidas, citado por Alcamo *et al.* (2000), onde se utiliza o quociente de vazão média ($Q_{\text{média}}$) anual e o número de habitantes. Sendo assim, foi elaborado um quadro (tabela 5), demonstrando a situação da UGRHI-17, em termos de vazão *per capita*, e ainda com projeção para 2010 e 2020, a saber:

Tabela 5- Situação da vazão média *per capita* na UGRHI-17

Dado	2005	2010	2020
Q média (m ³ /s)	193,87		
População (habitantes)	663.899	712.671	824.247
Q média per capita (m ³ /habitante.ano)	9.215,6	8.584,7	7.422,6
Situação	Confortável	Confortável	Confortável

Fonte: Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

Pode-se observar na tabela 5 que a condição de disponibilidade de água é confortável, até mesmo para projeções, no entanto, deve-se manter a qualidade das águas dos rios, do ambiente e de saneamento.

Outra forma de avaliação da gestão, demonstrada no Plano de Bacia do Médio Paranapanema (2007) foi a vazão média, que é demonstrada na tabela 4, com destaque para a Unidade Turvo com uma vazão média de 51,23 m³/s que lhe configura situação excelente, mas que não diminui a importância de se manter um controle da disponibilidade de água nos cursos dos rios de todas as unidades.

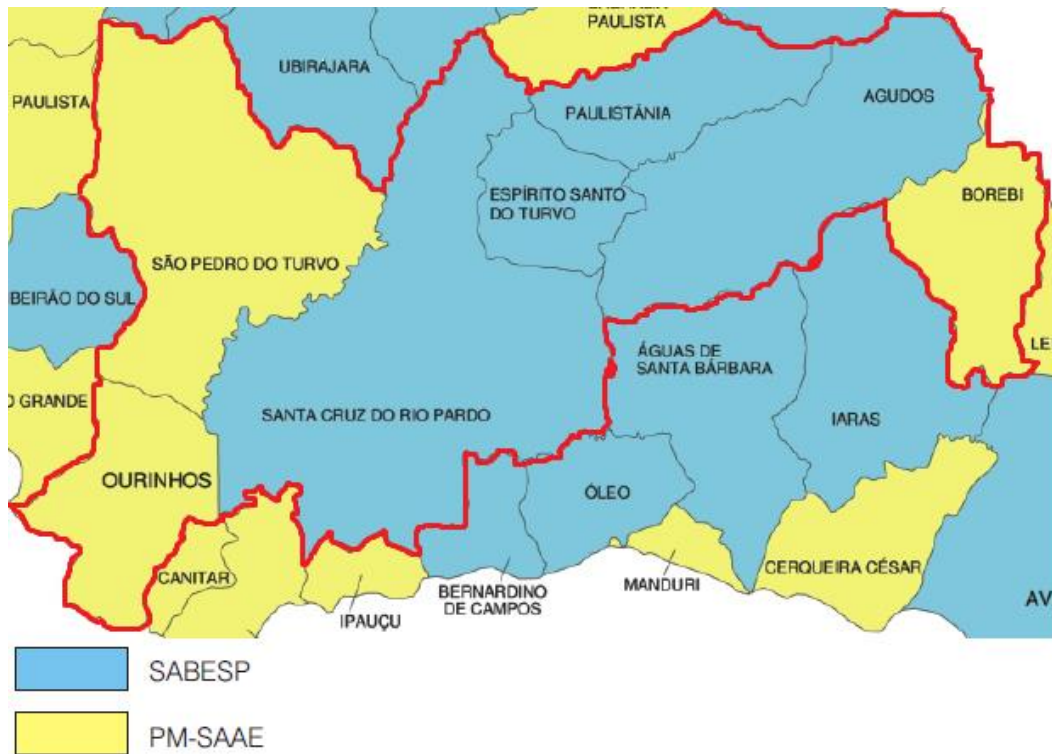
Tabela 6 – Situação da UGRHI-17, em termos da razão entre captações e vazão média, em destaque a unidade do Turvo.

Unidade hidrográfica	Q _{média} (m ³ /s) (CPTI, 1999)	Capacitações superficiais (revisado de CPTI, 1999)	% Captações x Q _{média}	Situação
Capivara	32,27	0,347	1,1	Excelente
Pari	10,05	0,142	1,4	Excelente
Novo	9,84	0,110	1,1	Excelente
Turvo	51,23	0,168	0,3	Excelente
Pardo	66,77	1,053	1,6	Excelente
Paranapanema VI- a	12,97	0,009	0,1	Excelente
Paranapanema VI- b	5,3	0,620	11,7	Preocupante
Paranapanema VI- c	0,72	0,011	1,6	Excelente
Paranapanema VI- d	3,74	0,240	6,4	Confortável
Total - MP	193,87	2,700	1,4	Excelente

Fonte: Revisão de CPTI (1999), DAE (2006); adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

Com relação às concessões de água e esgoto, as cidades por onde o Rio Turvo percorre, possuem, em maioria, a SABESP como empresa responsável pelo saneamento. No entanto, Ourinhos, Borebi e São Pedro do Turvo possuem concessões da própria prefeitura, conforme mostrado na Figura 20.

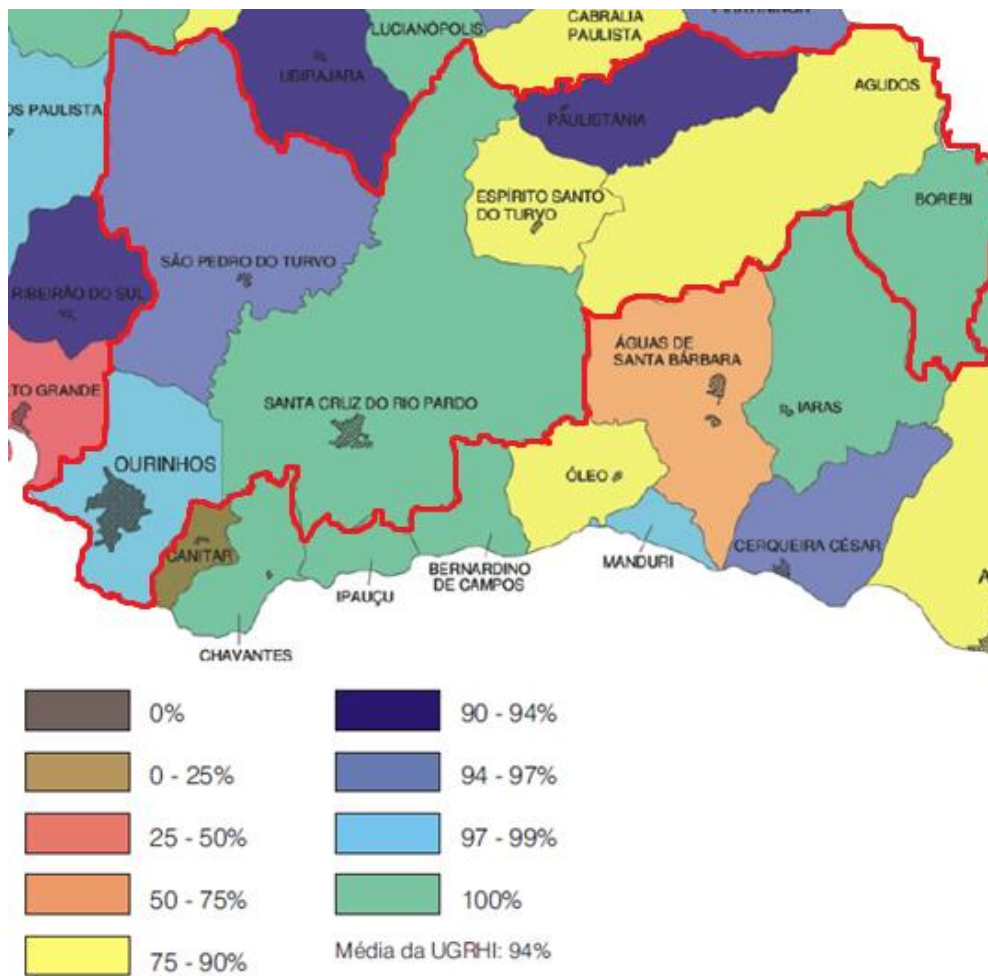
Figura 20- Concessionárias de água e esgoto dos municípios (destacados em vermelho) com área percorrida pelo Rio Turvo.



Fonte: adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

De acordo com os dados de 2005 da CETESB, para esgotos domésticos, 94% dos municípios da UGRHI-17 possuem coleta, e para os municípios onde o Rio Turvo percorre, as cidades possuem porcentagem de coleta conforme o apresentado na figura 21.

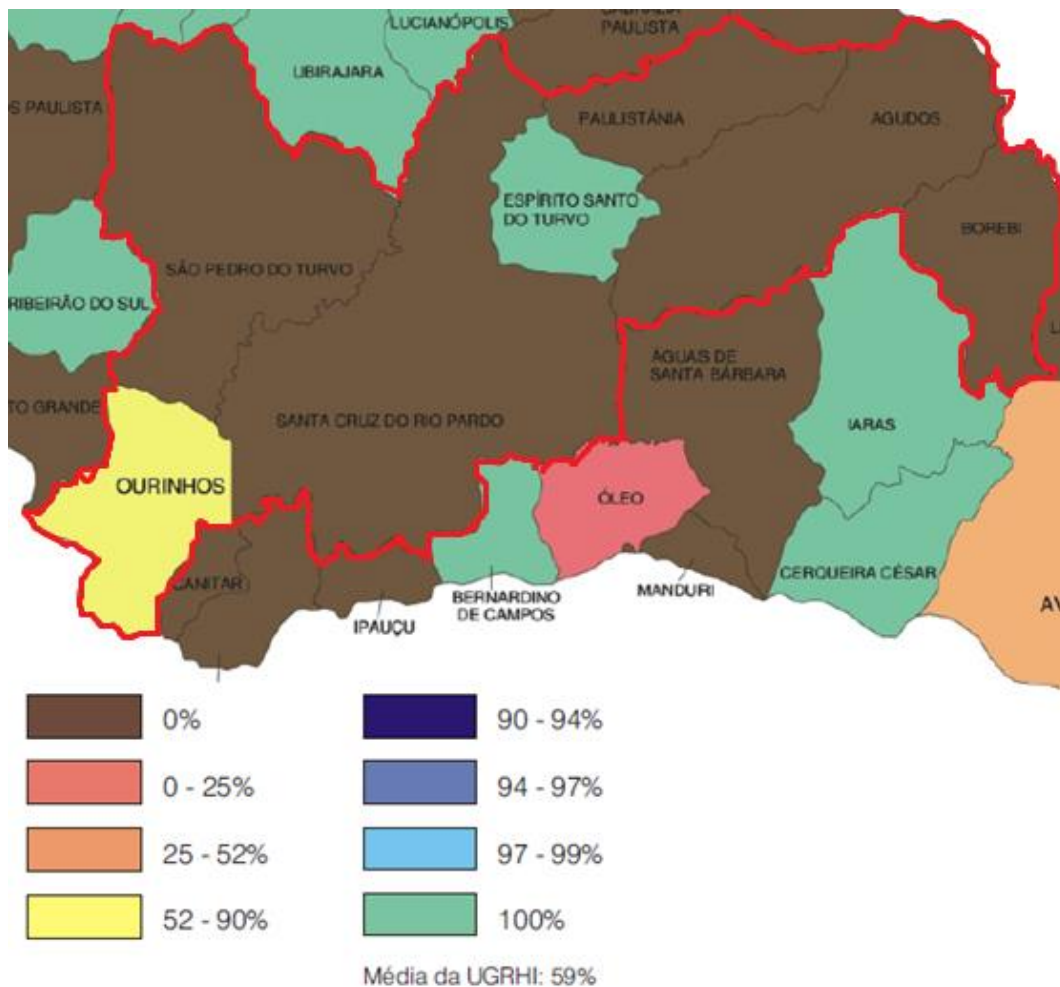
Figura 21- Índice de coleta de esgoto dos municípios com área na UGRHI-17, com área percorrida pelo Rio Turvo.



Fonte: adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

No entanto, para o tratamento do esgoto coletado, o cenário é bem diferente, pois apenas 59% de toda a UGRHI-17 realiza o tratamento, e entre os municípios onde o Rio Turvo percorre esse índice é menor ainda, conforme figura 22.

Figura 22- Índice de tratamento de esgoto dos municípios com área na UGRHI-17, com área percorrida pelo Rio Turvo.



Fonte: adaptado de Plano de Bacias do médio Paranapanema (2007)

Segundo o mapa, apenas o município de Espírito Santo do Turvo realiza total tratamento do esgoto, o qual é coletado na cidade. Já Ourinhos, cumpre o tratamento de esgoto em apenas metade de toda a quantidade coletada. Esses resultados indicam que há ainda grandes avanços a serem feitos para aumentar esse índice de tratamento, já que é evidente e inquestionável a importância para a qualidade de vida e do ambiente.

Com a construção de um sistema de esgotos sanitários em uma comunidade procura-se atingir os seguintes objetivos: afastamento rápido e seguro dos esgotos; coleta dos esgotos individual ou coletiva (fossas ou rede coletora); tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, visando atingir benefícios como conservação dos recursos naturais; melhoria das condições sanitárias locais;

eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças; diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento (LEAL, 2008).

6. RESULTADOS E ANÁLISES

6.1 Gestão Ambiental e Sanitária

O relatório de Gestão Ambiental e Sanitária da UGRHI-17, com ênfase nas áreas de percurso do Rio Turvo, traz informações importantes e reais sobre a região do Rio Turvo e fica claro a necessidade de melhorar os índices de coleta de esgoto, mas principalmente aumentar esforços para tratar 100% desse esgoto coletado afim de pelo menos manter e, ainda, aumentar os índices de qualidade ambiental e da água do Rio Turvo, evitando doenças proliferadas pela água contaminada e contaminação do ambiente.

Para tornar a água compatível com a qualidade dentro dos padrões, Pimenta (2016) , em um estudo relacionado, também recomenda uma série de medidas como otimizar o processo de coleta de esgoto; aumentar a fiscalização para que não sejam ocupadas áreas relevantes para a manutenção do curso d'água; realizar a manutenção dos coletores de esgoto que apresentam vazamentos; realocar as famílias com moradias situadas em áreas de mata ciliar; recompor as matas ciliares do córrego e promover a educação ambiental para os moradores da bacia.

O relatório também mostra que essa região deve ser tratada com mais relevância por municípios e pelo Estado, já que a água do Rio Turvo serve de abastecimento para áreas urbanas e rurais. As políticas públicas e o trabalho de gestão ambiental e sanitário no local deve ser realizado com urgência, já que a água pode servir de veiculação de doenças

6.2 Avaliação Ecológica Rápida

Ao final da aplicação do PAER nos diferentes trechos selecionados, os resultados foram obtidos a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro proposto no protocolo. Estes resultados foram totalizados e analisados. As pontuações finais refletem o nível de integridade ambiental ou o de preservação da situação encontrada nos trechos avaliados ou de impacto antrópico.

O protocolo utilizado é composto por dois quadros A e B. A somatória do quadro A avaliou as características de trechos de corpos d'água e níveis de impacto ambiental

decorrente de atividades antrópicas. A somatória referente ao quadro B, avaliou a condição do habitat e o nível de conservação das condições naturais.

O protocolo proposto por Callisto *et al* (2002) compreende ambos os quadros (A e B) e a somatória parcial ou total representa um valor que deve ser comparado ao tempo e espaço, seja no mesmo curso d'água ou comparando-se vários cursos d'água. O protocolo de ERA atualizado no presente trabalho varia de 0 a 132 pontos (somatória dos quadros A e B).

A tabela 7 mostra as somatórias dos quadros A e B e a classificação final dos seis pontos, conforme o protocolo aplicado.

Tabela 7- Resultados da aplicação do PAER nos 6 trechos de amostragem em cursos d'água do Rio Turvo

Trechos de amostragem	Somatória Quadro A	Somatória Quadro B	Somatória Total	Classificação: interferência antrópica*	Grau de Pontuação
1	50	24	74	Moderada	54-79
2	46	17	63	Moderada	
3	54	18	72	Moderada	
4	52	8	60	Moderada	
5	52	24	78	Moderada	
6	44	3	47	Avançada	0-53

*classificação de acordo com PAER proposto por Callisto *et al* (2002)

Fonte: o ator, adaptado de Callisto *et al* (2002).

Os pontos 1, 2, 3, 4 e 5 foram considerados com interferência antrópica moderada, enquanto o ponto 6 foi o único considerado com influência antrópica Avançada, segundo o protocolo de Callisto *et. al.* (2002), adaptado.

Nenhum trecho avaliado atingiu pontuação da categoria sem influência antrópica, ou seja, natural. Isso não seria esperado uma vez que todos os cursos d'água avaliados estão na zona urbana ou rural, possuem em seus arredores, plantações de cana-de-açúcar, pastagens ou ainda alguma influência humana como por exemplo construção de pontes, chácaras e sítios bem próximos.

Da mesma maneira, Souza (2014) em suas pesquisas com o Protocolo de Avaliação Rápida, obteve o resultado de que todos os levantamentos feitos no município de Porto Nacional/TO, indicaram ambientes impactados ou alterados pela ação humana.

Em geral, os 6 pontos avaliados tiveram algumas características em comum, como por exemplo a cobertura vegetal incompleta e estreita por mata ciliar, sem odor e oleosidade na água, águas turvas em todo o seu trajeto, odor ausente de sedimento de fundo, lixo, espumas e esgoto ausentes nos trechos observados, e indicadores de usos por animais e humanos, por exemplo, pegadas, urbanização, criação de porcos e gados com acesso ao rio, locais habitados por pescadores, plantações e pastos.

No entanto, o ponto 6, o único com intensa ação antrópica, a situação no local visitado é realmente preocupante. Pode-se observar que no local havia uma ponte, ligando as duas margens, pois o local serve como área de plantação de cana de açúcar e o rio passava por uma tubulação logo abaixo dessa ponte, já que a localização é próxima da nascente e a vazão de água é pequena quando comparada com os outros pontos pesquisados.

No entanto, fica evidente que o local sofreu uma intensa alteração por conta do regime de chuvas. Fato constatado, pois a ponte estava destruída, assim como o percurso do rio já não passava mais pelas tubulações. A mata ciliar ao redor foi carregada pela grande quantidade de água que passou pelo local, causando ainda um intenso assoreamento no local.

Há acesso de pessoas e máquinas relacionadas ao cultivo e há também presença de animais no local, como observado pelas pegadas encontradas, conforme mostram as Figuras 23 a 26.

Figura 23– Ponte de acesso destruída pela vazão das águas no regime de chuvas.



Figura 24 – Tubulações destruídas, demonstrando que o curso do rio passava por elas.



Figura 25 – Pegada provável de Onça-parda, demonstrando o acesso de animais no local



Figura 26 – Devastação do local devido à alta vazão causada pelo regime de chuvas.



Considerando o intenso regime de chuvas no local, há uma grande possibilidade da área pesquisada no ponto 6 se enquadrar na classificação Moderada, assim como os outros pontos, caso não tivesse sofrido essas interferências naturais no seu curso d'água.

6.3 Análises Físicas e Químicas

Os resultados das análises físicas e químicas realizadas em laboratório e em campo estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Resultados da análise da água quanto aos parâmetros dos pontos de coleta 1 a 6 do Rio Turvo e limites difundidos pela Resolução do Conama 357/2005, alterado pela Resolução 430/2011 e Portaria 2.914/2001.

Parâmetros	Unid.	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Limites: Conama 357/2005	Limites: Portaria MS 9214/2011
Amônia	(mg/L)	0,12	0,12	0,25	0,12	0,182	0,78	-- ⁽²⁾	1,5
Cloreto (mg/L)	(mg/L)	11,43	28,57	11,43	28,57	17,14	17,14	250	250
Dureza (mg/L)	(mg/L)	51,99	49,73	42,026	52,133	72,086	70,193	-- ⁽²⁾	500
Nitrato (mg/L)	(mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	10	10
Nitrito (mg/L)	(mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,0	1,0
Ferro (mg/L)	(mg/L)	2,288	2,505	3,526	2,43	2,489	3,994	0,3	0,3
Fosfatos (mg/L)	(mg/L)	1,77	0,8	0,687	0,612	0,975	3,657	0,1	-- ⁽²⁾
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	6,0	5,0	7,8	10,0	7,2	7,8	<5,0	-- ⁽²⁾
Demanda Bioquímica de Oxigênio	(mg/L)	78,0	60,0	72,0	49,0	71,0	7,0	5,0	-- ⁽²⁾
Turbidez (UT)	NTU	<50	<50	<50	<50	<50	50-100	<100	<50
Ph		7	6,5	6,5	7	7	7,5	6,0 – 9,0	-- ⁽²⁾
Temperatura (°C)	°C	24	22	23	24	24	28	-- ⁽²⁾	22

- Não Aferido --⁽¹⁾ Não Objetável --⁽²⁾ Não Utilizado **Fonte:** o autor

Para o parâmetro Amônia analisado, nenhum dos pontos apresentou valor acima do padrão permitido pelo Ministério da Saúde na Portaria 9.214/2011 e Conama nº357/05. A amônia está presente naturalmente nos corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos no solo e na água, resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por microrganismos ou por

trocas gasosas com a atmosfera. A amônia é, também, constituinte comum do esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (NUVOLARI, 2011).

Em soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas ionizada (NH_4^+) ou não-ionizada (NH_3). Elevações do pH ou da temperatura deslocam o equilíbrio químico no sentido da amônia não-ionizada. Embora as concentrações da espécie NH_3 cresçam com aumentos de pH e temperatura, sua toxicidade diminui, conforme dissolução em água do rio (REIS e MENDONÇA, 2009).

Com relação ao parâmetro Cloreto, todas as amostras apresentam valores dentro do padrão de potabilidade exigidos pelo ministério da saúde e pelo órgão ambiental. Cloretos em concentrações normais não causam mal aos humanos, porém em concentrações acima de 250 mg/l, dão um gosto salgado à água, causando repulsa ao consumidor. Por essa razão, a concentração de cloretos para abastecimento público é limitada a 250 mg/l. Em muitas áreas do mundo, porém, onde os mananciais são escassos, águas contendo cerca de 2000 mg/l são usadas para uso doméstico sem que haja efeitos adversos. O íon cloreto em altas concentrações também pode indicar a presença de águas residuárias (BARCELLOS *et al*, 2006).

Para o parâmetro dureza, os valores estão de acordo com os preconizados na portaria do ministério da saúde para todos os pontos analisados. A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água). Desta forma, é muito mais frequente encontrarem-se águas subterrâneas com dureza elevada do que águas superficiais. Para o abastecimento público de água, o problema se refere inicialmente ao consumo excessivo de sabão nas lavagens domésticas. Há também indícios da possibilidade de um aumento na incidência de cálculo renal em cidades abastecidas com águas duras, o que traduz um efetivo problema de saúde pública.

A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde, de 2004, limita a dureza em 500 mg/L de CaCO_3 (Carbonato de Cálcio) como padrão de potabilidade. Este padrão não é muito restritivo, pois uma água com 500 mg/L de dureza é classificada como “muito dura” mas, por outro lado, uma restrição muito severa pode inviabilizar muitos abastecimentos públicos que utilizam água dura, por não disporem dos recursos necessários para a remoção da dureza ou abrandamento da água (PIVELI, AULA 6 S/D).

Em relação ao parâmetro Nitrato, todas as amostras estão com valores abaixo do limite máximo permitido por lei. O nitrato é a principal forma de nitrogênio relacionada à contaminação da água por atividades agropecuárias. Na solução do solo, o nitrato fica exposto à lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável aumento de teores de nitrato em águas profundas (RESENDE, 2002).

É importante lembrar que o aumento da quantidade de nitrato nas águas pode ser um indicativo de presença de outras substâncias como moléculas sintéticas de defensivos agrícolas. O aumento exagerado de nitrato em águas superficiais leva à eutrofização dos mananciais (NUGENT et. al., 2001).

Com relação ao nitrito, as amostras estão dentro dos limites exigidos pela legislação. O nitrito é um parâmetro simples, mas de fundamental importância na verificação da qualidade da água para consumo, pois sua presença é um indicativo de contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal. O nitrito pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros microrganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser proveniente de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais (RESENDE, 2002).

Nitrito é um estado intermediário do nitrogênio, tanto pela oxidação da amônia a nitrato como pela redução do nitrato. Estes processos de oxidação e redução podem ocorrer em estações de tratamento de água, sistema de distribuição de águas e em águas naturais. Raramente ele é encontrado em águas potáveis em níveis superiores a 0,1 mg/L. Seu principal efeito na água em teores maiores que o permitido, é uma doença conhecida como Metahemoglobinemia ou descoloramento da pele, causada pela alteração do sangue, tanto em bebês recém-nascidos, como em adultos com determinada deficiência enzimática (GADELHA, *et al.*, 2005).

Com relação ao parâmetro ferro, verifica-se que todas as amostras analisadas estão fora do padrão de potabilidade para águas classe 2 conforme Brasil (2004) e Conama (2005). Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e da ocorrência de processos de erosão das margens. O ferro, apesar de não possuir toxicidade direta, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o

ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. No Estado de São Paulo, estabelece-se o limite de 15 mg/L para concentração de ferro solúvel em efluentes descarregados na rede coletora de esgotos seguidos de tratamento (PIVELI, AULA 8, S/D). A resolução do Conama 357/2005 também estabelece o limite de 0,3 ppm de ferro para as águas de classe 2.

Quanto ao parâmetro fosfato, todas as amostras apresentaram valores acima do limite estabelecido nas legislações. Fosfatos aparecem em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes domésticos empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (VON SPERLING, 2007).

O oxigênio dissolvido é um parâmetro importante pois é fundamental para o metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam águas naturais. O oxigênio é indispensável para seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 5,0 mg/L, segundo a resolução do Conama nº 357/2005 para águas classe 2. Águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. Quanto ao parâmetro oxigênio dissolvido (OD) verificado nos pontos de coleta, verificou-se que todas as amostras analisadas apresentaram valores no limite ou acima do que a legislação propõe.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas. Essa unidade de medida avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas (mg), equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica. A DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água (VON SPERLING, 1996).

Os resultados obtidos para as amostras apresentaram todos os valores fora dos limites dos padrões exigidos por lei, chegando a maioria com 1000% acima do permitido. Esses valores levam a prever que a contaminação destes pontos pode estar associada ao lançamento de esgoto doméstico clandestino e principalmente aos excrementos de animais que têm acesso direto ao rio Turvo.

Pimenta (2016) em suas pesquisas também obteve amostras com valores de DBO diversas vezes superior ao limite definido para a classe II. As análises ao redor dos pontos de coleta lhe possibilitaram observar diversos despejos de esgoto in natura no córrego, vazamentos de coletores de esgoto, e nas margens do curso d'água, grande quantidade de resíduos sólidos depositados de forma inadequada. No leito foi observado animais em fase de decomposição. Essa degradação do ambiente contribuiu para o aumento da carga orgânica neste trecho do córrego, que consequentemente elevou os valores de DBO.

Em relação à Turbidez, nota-se que todas as amostras apresentaram valores dentro do padrão estabelecido, assim como no trabalho desenvolvido por Santos e Alves (2014), em todas as amostras, a turbidez atendeu o limite estabelecido para a classe II. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. No entanto todas as amostras estão dentro do padrão de potabilidade.

Em águas naturais, a turbidez provoca a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água, influenciando decisivamente nas características do ecossistema. Quando sedimentadas, estas partículas formam bancos de lodo onde a digestão anaeróbia leva à formação de gases metano e gás carbônico, principalmente, além de nitrogênio gasoso e do gás sulfídrico, que é malcheiroso (PIVELI, AULA 5, S/D).

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é de fundamental importância em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido aos seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies e também sobre as reações químicas que ocorrem no ambiente aquático. Também o efeito indireto deve ser considerado, sendo que determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos

químicos tóxicos como metais pesados e outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (VON SPERLING, 2007).

Nas amostras avaliadas, todas apresentaram o padrão estabelecido pelo órgão ambiental.

Nas amostras da pesquisa realizada por Pimenta (2016) em ambos os períodos avaliados o parâmetro pH em todos os pontos de monitoramento estão dentro da faixa de 6,0 a 9,0 estabelecida para a classe II.

6.4 Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas realizadas em laboratório estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Resultados Microbiológicos

Pontos	<i>Escherichia coli</i>	Coliformes
	(nmp)	totais (nmp)
1	170	>1600
2	79	>1600
3	170	>1600
4	22	>1600
5	110	>1600
6	22	>1600

Ni: Número incontável de ufc

Nmp: Números mais prováveis

Levando-se em consideração a legislação do Conama 357/2005 para cursos d'água classe 2, com relação à bactéria *Escherichia coli*, verifica-se que há contaminação, mas que esta não ultrapassa o limite permitido de 1000 nmp por 100 ml de água em nenhuma das amostras coletadas. No entanto, a contagem de coliformes totais registrou números maiores que 1600 nmp por 100 ml de água, o que está acima do limite permitido pela legislação, em todos os pontos coletados.

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, oxidase-negativos, que fermentam lactose com produção de gás a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas. Estes coliformes fazem parte da microbiota residente no trato gastrointestinal do homem e de alguns animais. A

presença de coliformes totais são indicativos da qualidade higiênico-sanitária. Em condições normais, os coliformes não são, por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes microrganismos podem causar diarreias e infecções urinárias (JAWETZ, 2000 e SILVA, 2001).

Os coliformes termotolerantes diferenciam-se dos coliformes totais por fermentarem lactose com produção de gás a uma temperatura de $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. O principal representante do grupo termotolerante e o indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de organismos patogênicos é a *Escherichia coli* (*E. Coli*).

Na água, o organismo indicador de contaminação fecal mais utilizado é a *E.coli*, pois a presença dele mostra que a água pode ter recebido uma carga fecal, o que ocasiona a deterioração da qualidade microbiológica dessa e, por conseguinte, pode trazer riscos à saúde de quem consome tal água.

Em amostragens realizadas em trabalhos por Santos e Alves (2014) foram encontrados valores de densidade de coliformes totais e termotolerantes superior a 1600 NMP/100 mL, ou seja, estão acima dos valores máximos estabelecidos pela legislação. Santos e Alves (2014) atribuíram a contaminação do SA1 (nascente) ao escoamento de dejetos humanos e animais no interior do curso d'água.

7. CONCLUSÕES

As análises dos resultados obtidos no presente trabalho podem concluir que a gestão ambiental da Bacia do Médio Paranapanema, em específico a UGRHI-17 precisa ser melhor monitorada com relação à captação e ao uso da água, em especial Unidade Turvo, onde não existem muitos estudos específicos, mas não deixa de ter cursos d'água importantes para o abastecimento de diversas cidades;

Faz-se necessário também a gestão sanitária municipal das cidades por onde o Rio Turvo percorre, com ênfase no tratamento de água e principalmente com o tratamento de esgoto;

Ecologicamente, a aplicação do Protocolo indicou uma interferência moderada ao longo do Rio Turvo, enfatizando a necessidade de cuidar melhor do ambiente do rio, implantando e fiscalizando as áreas obrigatórias, pelo menos, de mata ciliar e também o uso da água do rio principalmente por animais.

As análises físicas e químicas demonstraram que nos pontos de coleta do Rio Turvo, a água, intitulada como classe II, está em conformidade com a maioria dos parâmetros exigidos pela legislação do Conama 357/2005 e pelo padrão de potabilidade. Porém, existe alta concentração do parâmetro ferro, fosfato e demanda bioquímica de oxigênio, causados principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos e excrementos animais.

As análises microbiológicas revelaram a presença de *Escherichia coli*, no entanto, não em valor suficiente para ser enquadrada fora do padrão exigido. No entanto, a quantidade de coliformes totais fora dos padrões ocorreu em todos os pontos analisados.

Existe a necessidade de continuar os estudos e parâmetros com relação do Rio Turvo para acompanhamento da qualidade ambiental, sanitária, física, química e microbiológica e assim servir como base para melhores políticas públicas e desenvolvimento do manejo com o ambiente.

8. REFERÊNCIAS

ALCAMO, J.; HENRICH, T.; ROSGH, T..(2000) World Water in 2025. Global modeling in scenario analysis for the World Comision on Water for de 21st cntury Report A0002. Center for the Enviromental System Research. University of Kassel. Germany.

ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A.; PENTEADO, V. A.; ANDRADE, A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 228-240, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.987>. Acesso em 15 de nov. 2016

ANDRADE, L. M. S.; ROMERO, M. A. B.. Construção de indicadores de eficiência hídrica urbana: Desafio para a gestão ambiental urbana. II International Congresso n Enrivoment Planning and Manegement. Challenges of Urbanization. Brasília. September 11 to 15, 2005. ISBN: 85-905036-2-3.

BARCELLOS, C.M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L.S.; COSTA, C.C.; OLIVEIRA, P.R.; SILVA, I.J.; Jesus EFM; ROLIM, R.G. Avaliação da qualidade da água e percepção hidrogênica- sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil. 1999-2000. *Caderno de Saúde Pública* v. 22, n. 9, p. 1967 – 1978, 2006.

BEI. **Como cuidar do seu meio ambiente**. Editora: Bei Comunicação. São Paulo, 272. 2002.

BRAGA, B. *et al*. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRANCO; S.M. (1991). **A água e o homem**. In Porto, R.L.L.; BRANCO, S.M. *et al*. (1991). *Hidrologia Ambiental*. Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos; v.3. 414p.

BRASIL, 2011. **Portaria 2.914/11**. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Portaria no 518, de 25 de março de 2004..** Disponível em: http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf. Acesso em: 10/05/2016

BRASIL. LEI 12.651. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 10/05/2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Cuidando das águas:** soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. Disponível em:

<<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.D.C.; PETRUCCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de *habitats* em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol. Bras.**; v.14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO. M. M, P.& Barbosa, F.A.R. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliação da saúde de riachos. **Rev. Bras. Rec. Hídricos**. 2001. 6: 71-82.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974. 242p.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Curso de coletas e preservação de amostras de água. São Paulo: CETESB, 1996, 58p

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002/ CETESB**. São Paulo: CETESB, 2003. 264 p. (Série Relatórios).

CETESB. Qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Apêndica A. 2009. Disponível em : <Cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variáveis.pdf>. Acesso em: 15 de nov. 2016

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. 2005. **Resolução nº. 357**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10/05/2016.

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. 2011. **Resolução nº. 430**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 10/05/2016.

CURI, N. *et al.* **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.

DI BERNARDO, L. D.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de água**. 2. ed. v.1. São Carlos: Rima, 2005. 792p.

DONADIO, N.M.M. GALBIATTI, J.A. PAULA, R.C. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil**. Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

DUDGEON, D. *et al.* Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Revi.*, v. 81, p.163-182, 2006.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 2006. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br>>. Acesso em: 26 ago. 2009

GADELHA, F. J. S. DOMINGOS, M. S. C., Maria de Fátima Lima NOGUEIRA, M. F. L., *et al.* Verificação da presença de nitrito em águas de consumo humano da comunidade de Várzea do Cobra em limoeiro do norte-ce. A. Ciências Exatas e da Terra - 4. Química - 8. Química. **Anais...**Fortaleza, 2005.

HARADA, T., TANIZAWA, F., TAUE, S., NISHIMURA, Y., OSHIKATA, T., FURUICHI, T. e HANASHIMA, M. **Changes in Subsurface Linear Systems and Leachate Treatment Technologies for Final Disposal Sites in Japan**. In: XI International Waste Management and Landfill Symposium. Sardinia, Italy – 2007.

JAWETZ, E.; MELNICK, J.A. & ADELBERG, E.A. **Microbiologia Médica**. 21. Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 175p.

KRAEMER, M. E. Gestão ambiental: Um enfoque no desenvolvimento sustentável. 2012. Disponível em: http://www.gestaoambiental.com.br/recebidos/maria_kraemer_pdf/GEST%C3O%20OAMBIENTAL%20UM%20ENFOQUE%20NO%20DESENVOLVIMENTO%20SUSTENT%C1VEL.pdf. Acesso em 15 de nov. de 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução de C. H. B. A. Prado e A. C. Franco. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. **Sistemas de saneamento ambiental**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula

LIMA, A. F. **Problemas de engenharia sanitária**. Recife: UFPE, 1993. 319p.

MENDES, P. P. M. Processo erosivo em área urbana: condomínio Privê, cidade satélite Ceilândia, D.F. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, Vitória ES. 2014.
Anais....

MENEZES, J. S.; **Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra para dessedentação humana**; Dissertação de Mestrado em Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil - Volume 1/ Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. MMA, 2006a.**

MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SAÚDE NO BRASIL, 1991, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p.1-6.

MORAES, A. J. **Manual para a avaliação da qualidade da água**. São Carlos: RIMA, 2001. 44p.

MURRAY, P.R. Microbiologia Médica. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 73p.

NETO, A. S.; CAMPOS, SOUZA, L. M.; SHIGUNOV, T. Fundamentos da Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

NUVOLARI, A. 2011. Esgoto Sanitário. Coleta, Transporte, Tratamento e reuso agrícola. Ed. Blucher, São Paulo, 565 pp.

NUGENT, M.; KAMRIM, M. A.; WOLFSON, L.; D'ITRI, F.M. Nitrate: a drinking water concern Michigan State University Extension Service, Extension bulletin WQ.19. Disponível em : <http://www.gem.msu.edu/pubs/msue>. Acesso em 10 set 2016.

Organización Panamericana de la Salud (OPS) 2000. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. *Publicación Científica*. 572. OPS, Washington, D.C.

PADILHA, D. G.; VIEIRA, G. B.; ZAGONEL, J. F.; MADRUGA, P. RP. A. Elaboração da Base Cartográfica Digital para o Plano Ambiental Municipal de Itaara-RS utilizando Sistema de Informações Geográficas. **Anais...**; Florianópolis, INPE, p.2963-2969. Abr, 2007.

PHILIPPI, J. A.; PELICIONI, M. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Barueri, SP:Manole, 2005.

PIMENTA R. H. O.; REIS, S. P.; FONSECA, M.. Diagnóstico ambiental em três trechos distintos do córrego Capão Regional Venda Nova, município de Belo Horizonte, MG. Revista PETRA, v. 2, n1, p.. 153 – 173, jan/jul 2016.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas**: teorias e aplicações. Ilhéus (BA): Editus, 2005.

PIVELI, R. P; Curso Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico- Químicos. Aula 5: Características físicas das águas: cor, Turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor.

PIVELI, R. P; Curso Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico- Químicos. Aula 6: características químicas das águas: Ph, acidez, alcalinidade e dureza.

PIVELI, R. P; Curso Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico- Químicos. Aula 8: Ferro, Manganês e metais pesados em águas.

PLANO DE BACIAS DA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO MÉDIO PARANAPANEMA (UGRHI -17). Caderno Síntese. Comitê de Bacias Hidrográficas do Médio Paranapanema, 2007.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. de. Caracterização da qualidade de água. In: BRANCO, S. M. **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo / ABRH, 1991. cap. 2, p. 27-66.

QUEIROZ, A. B. J. **Análise ambiental do estado de conservação do baixo curso do rio Pacoti-Ceará**. 2005. 117f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324

REIS, J.A.T. & MENDONÇA, A.S.F. **Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água**. Engenharia Sanitária Ambiental. v.14 n.3. 2009.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade de água: contaminação por nitrato**. Planaltina. Embrapa Cerrado. 2002

RIBEIRO, J.W.; ROOKE, J.M.S.. Saneamento Básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010.

RICHTER CA, NETTO JM. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1999

RODRIGUES, A.S.L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do cerrado**. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2008.

RODRIGUES, A.S.L. MALAFAIA, G., CASTRO, P. T. A.. **Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro-Preto –MG através de um Protocolo de Avaliação Rápida**. Universidade Regional de Blumenau - FURB REA – Revista de estudos ambientais v.10, n. 1, p. 74-83, jan./jun. 2008

RODRIGUES; M.P. **Avaliação da qualidade da água da Bacia do alto Jacaré-Guaçu/SP**. (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. São Carlos, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (ORG). **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Ed. UFC, 2011. Tomo I.

SABBAGH, R. B. Gestão ambiental. (Cadernos de Educação Ambiental, 16). Secretaria do Meio Ambiente, SMA, São Paulo. 2011. 176p.

SANTOS, I. *et al.* **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372p.

SANTOS,C.M; ALVES,F. Análise Microbiológica da Água em dois Pontos da Sub-bacia do Capão. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Izabela Hendrix, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos. 2.ed. São Paulo: Varela, 2001. 31p

SIGRHI. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (2001). Relatório de Situação dos Recursos Hídricos de São Paulo. Disponível em: www.sigrhi.sp.gov.br. Acesso em: 10/05/2016

SIMIELLI, M. E. R. **Cartografia no ensino fundamental e médio**. A Geografia na Sala de Aula, São Paulo: Contexto, 1999.

SOARES, J. M. S. SANTOS, A. N. dos; PEREIRA, H. K. S. MIRANDA, M. V. T.; QUEIROS Jr., A. J. "Monitoramento Quali-Quantitativo de corpo d'água Urbano da Bacia Hidrográfica do Una, como instrumento de avaliação de estações de tratamento de esgoto, município de Belém/PA" in **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**, Belo Horizonte, Set. 2007.

SOUZA, A.D.G.; TUNDISI, J.G. Water Quality in watershed of the Jaboatão river (Pernambuco, Brazil): a case study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba (PR), v. 46, n.4, p. 709-719, 2003.

SOUZA, C.C.; CARNEIRO, M.C.; MARTO, V. C. O.. Dados Ecológicos e Protocolo de Avaliação Rápida como Método de Diagnose Ambiental. **UNICIÊNCIAS**, v. 18, n. 1, p. 67-74, Jun. 2014.

TAFFAREL, S. R.. Apostila de operações e Processos Hidrosanitarios I. Unisall – Canoas, 2012. Disponível em :www.hidroengnet.com.br/postila.pdf. Acesso em: 15 de nov 2016.

TOCANTINS, Estado do. Avaliação Ecológica Rápida de duas Áreas Potenciais para a Conservação na Região do Jalapão no Estado do Tocantins.

TUNDISI, J. G. **O Futuro dos Recursos Hídricos no Brasil**. Projeto Brasil das Águas. Disponível em <http://www.brasildasaguas.com.br/>. 2006. Acesso em: 10/05/2016

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C. *et al.* A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 159 – 172, 2008.

UFV (2011), Qualidade da Água. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>>. Acesso em: 10/05/2016

VANZELA, L. S., HERNANDEZ, F. B. T. Os jovens e o futuro da água. **Jornal de Jales**, Jales, 16 mai. 2004. p. 1 -2.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996. 246p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

VON SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2007

WITTMAN, J.; WECKWERTH, A.; WEISS, C.; HEYER, S.; SEIBERT, J.; KUENNEN, B. *et al.* Evaluation of land use and water quality in an agricultural watershed in the USA indicates multiple sources of bacterial impairment. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 185, p. 10395–10420, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-013-3340-y>.

ANEXOS

Anexo 1- Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida – Quadro A

Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida - cursos d'água

Curso d'água: () Nascente () Rio () Córrego			Localização (município/Estado):		
Data e horário de visita: / / : horas			Coordenadas do ponto/trecho de avaliação:		
Condições climáticas:			Comprimento trecho avaliado:		
Largura média:	Profund. Média :	T°C água:	T°C ar:	PH água:	
Vazão: L/s				Somatória total (A+B):	
parâmetro	Pontuação				
	4 pontos	2 pontos	0 ponto		
1-Tipo ocupação entorno das margens	() Vegetação natural	() Pasto/lavoura/reflorestamento	() Residência/indústria/comércio		
2-Erosão nas margens e assoreamento	() Ausente	() Moderada	() Acentuada		
3- Alterações antrópicas	() Ausente	() Origem doméstica (esgoto, lixo)	() Origem industrial/urbana (fábricas, canalização e retificação rios)		
4- Cobertura vegetal no leito	() Parcial	() Total	() Ausente		
5- Odor na água	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
6- Oleosidade na água	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
7- Transparência da água	() Transparente	() Escura (chá forte)	() Opaca ou colorida		
8- Odor do sedimento de fundo	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
9- Oleosidade do fundo	() Ausente	() Moderado	() Intenso		
10- Tipo de fundo	() Pedras/cascalho	() Lama/areia	() Cimento (canalizado)		
11- Lixo ao redor	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
12- Materiais flutuantes	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
13- Espumas	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
14- Esgoto	() Ausente	() Presente moderado	() Presente intenso		
15- Uso por animais	() Não detectado	() Marcas	() Presença		
16- Uso por humanos	() Não detectado	() Marcas	() Presença		
17- Proteção do local	() Ausente	() Com acesso	() Sem acesso		
18- Proximidade com residências	() Mais de 100 m	() Entre 100 e 50 metros	() Menos de 50 metros		
Somatória parcial					
Somatória total (A)					

Fonte: adaptado de Callisto *et al.* (2002).

Anexo 2- Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida – Quadro B

parâmetro	pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
19- Tipos de fundo/habitats diversificados (pedaços tronco, pedras, cascalho, estâveis)	Mais de 50% do fundo com habitats diversificados	Mais de 30% a 50% do fundo com habitats diversificados	10% a 30% do fundo com habitats diversificados	Menos de 10% do fundo com habitats diversificados
20- Extensão de corredeiras/rápidos	Corredeiras com largura do rio e comprimento > ou igual ao dobro da largura do rio	Corredeiras com a largura do rio e comprimento menor que o dobro da largura do rio	Corredeiras estreitas e comprimento menos que o dobro da largura do rio	inexistentes
21- frequência de corredeiras	Corredeiras freqüentes; dist. entre remansos/largura do rio =5 a 7	Corredeiras não freqüentes; dist. entre remansos/largura do rio = 7,1 a 15	Corredeiras ocasionais; dist. entre remansos/largura do rio =15,1 a 25	Lâmina d'água lisa ou com rápidos rasos; dist. entre remansos/largura do rio > 25
22- Tipos de substrato	Seixos abundantes	Seixos abundantes; cascalho comum	Fundo predominante por cascalho; alguns seixos	Fundo com seixos e lama
23- Deposição de lama	0-25% do fundo coberto por lama (silte e argila)	25%-50% do fundo coberto por lama (silte e argila)	50%-75% do fundo coberto por lama (silte e argila)	>75% do fundo coberto por lama (silte e argila)
24- Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos; correnteza arrasta material fino	5% - 30% do fundo com deposição de lama; suave deposição nos remansos	30% - 50% do fundo com deposição de lama; deposição moderada nos remansos	Gdes depósitos lama; margens assoreadas; > 50% do fundo c/ deposição de lama; remansos ausentes devido assoreamento
25- Alterações no canal do rio/córrego	Sem retificação ou dragagem (mínima ocorrência); rio com padrão normal	Alguma canalização presente (próximo à construção de pontes); modificação antiga	Modificações presentes nas duas margens; 40%-80% do curso natural modificado	Margens cimentadas; mais de 80% do curso natural modificado
26- Características do fluxo da água	Fluxo semelhante em toda a largura do rio; pouco substrato exposto	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; menos de 25% do substrato exposto	Lâmina d'água entre 25% - 75% do canal do rio; substrato exposto nos rápidos/corrent.	Lâmina d'água escassa e presente nos remansos
27- Vegetação ripária	Ocorrência em > 90% das margens c/ vegetação nativa (árvores, arbustos, macrófitas); mín. ocorrência desmatamento; existência de dossel	Ocorrência 70-90% das margens com vegetação nativa; desmatamento evidente; existência dossel nos remanescentes	Ocorrência 50-70% das margens c/ vegetação nativa; desmatamento intenso com solo exposto; dossel não característico	Ocorrência em menos de 50% das margens com vegetação nativa (árvores, arbustos, macrófitas); desmatamento muito intenso
28- Estabilidade de margens/taludes	Margens/taludes estáveis; erosão ausente ou mínima; menos de 5% das margens afetadas	Margens/taludes parcialmente estáveis; ocorrência de peq. áreas c/ erosão; 5-30% das margens afetadas	Margens/taludes parcialmente instáveis; risco elevado erosão em enchentes; 30-60% das margens afetadas	Margens/taludes instáveis; muitas áreas erodidas; mais de 60% das margens afetadas
29- Extensão da vegetação ripária (largura)	Largura > 18m; sem influência de atividade antrópica	Largura entre 12 -18m; mínima influência antrópica	Largura entre 6 -12m; influência antrópica intensa	Larg. < 6m; veg. ripária restrita ou ausente; intensa infl. antrópica
30- Presença de plantas aquáticas (macrófitas)	Presença de pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos pelo leito	Presença de macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos pelo leito; substrato com perifiton	Presença de macrófitas ou algas filamentosas pelo leito; substrato com perifiton abundante e biofilme	Ausência de vegetação aquática no leito ou ocorrência de grandes bancos de macrófitas (aguapé ex.)
Somatória parcial				
Somatória total (B)				

Perifiton - comunidade de algas, bactérias, fungos e animais, além de detritos, aderidos a substratos submersos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos.

Fonte: adaptado de Callisto *et al* (2002).