



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

GILBERTO ALVES CAPANEMA

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA
ALDEIA EM FERNANDÓPOLIS-SP**

ILHA SOLTEIRA

2015

GILBERTO ALVES CAPANEMA

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA
ALDEIA EM FERNANDÓPOLIS-SP**

**Prof. Dr. Sérgio Luís de Carvalho
ORIENTADOR**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Área de concentração em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

ILHA SOLTEIRA

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C236d Capanema, Gilberto Alves .
Diagnóstico da qualidade da água da microbacia do Córrego da Aldeia em
Fernandópolis-SP / Gilberto Alves Capanema. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
98 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e
Tecnologias Ambientais, 2015

Orientador: Sérgio Luís de Carvalho
Inclui bibliografia

1. IQA. 2. Bacia hidrográfica. 3. Córrego. 4. Recursos hídricos.
5. Qualidade de água.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Diagnóstico da Qualidade de Água da Microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis-SP

AUTOR: GILBERTO ALVES CAPANEMA

ORIENTADOR: Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL , Área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. LILIANE LAZZARI ALBERTIN
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. MARIA JOSE ALENCAR VILELA
Departamento de Ciências Naturais / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 27 de fevereiro de 2015.

DEDICO

Ao espírito da minha falecida avó, Maria Petini da Silva, que foi o grande pilar da minha família.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por ter me dado o privilégio de viver.

A minha falecida avó, Maria Petini da Silva, por tudo o que ela representa na minha vida.

Ao Prof. Dr. Sérgio Luís de Carvalho pelos ensinamentos, pelo incentivo e por ser um orientador e amigo ao mesmo tempo.

A Prof.^a Dra. Elizete Aparecida Checon de Freitas e Prof.^a Dra. Liliane Lazzari Albertin, pela participação e contribuições no exame de qualificação.

Aos meus pais, Wilson Alves Capanema e Edna Teodoro da Silva Capanema, pelo amor e educação.

Ao meu irmão, Wilson Alves Capanema Junior, pelo grande companheirismo e ajuda nas horas difíceis.

A minha namorada Ingrid por ser minha melhor amiga e estar sempre ao meu lado.

Aos meus amigos Yuri e Igor que estiveram comigo nesses últimos anos e são essenciais na minha vida.

A minha colega de Pós-Graduação Letícia Manoel pelo apoio e ensinamentos.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), pela oportunidade concedida no curso de pós-graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e a todos os seus professores pelos ensinamentos e auxílio ao longo do curso, que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

A CAPES, pela bolsa de estudos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

A TODOS VOCÊS, MEU MUITO OBRIGADO!

“O que ocorrer com a Terra recaíra sobre os filhos da Terra. O homem não tramou o tecido da vida; ele é simplesmente um de seus fios. Tudo o que fizer ao tecido, fará a si mesmo.”

Cacique Sealth

RESUMO

A água potável é um recurso que vem se tornando cada vez mais escasso no planeta, enquanto isso a população mundial está aumentando, o que futuramente poderá causar um grande problema de ordem mundial. Além disso, o homem vem ocupando de forma cada vez mais desordenada as bacias hidrográficas através de atividades de desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas gerando a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos. Enfim, todas essas atuações impactantes ao meio ambiente têm gerado uma deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano. A avaliação da qualidade da água pode subsidiar a formulação de planos de manejo e gestão de sistemas aquáticos. Neste trabalho, foi avaliada a qualidade da água do Córrego da Aldeia, no município de Fernandópolis-SP, utilizando-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o seu estado de degradação associado à utilização da área de entorno. As amostragens de água e a aplicação do questionário socioeconômico e ambiental foram realizadas entre setembro/2013 e agosto/2014, em cinco pontos de amostragem e na área de entorno dos córregos. As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Constatou-se que na época das chuvas ocorreu uma queda no valor do IQA, devido ao grande aumento da turbidez e de sólidos totais na água, provenientes do carreamento de partículas sólidas pelo escoamento superficial, indicando falta de práticas de conservação de solo e de mata ciliar. A qualidade das águas variou de regular a boa no período em estudo, onde alguns parâmetros excederam ou ficaram abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para corpos d'água de classe II. Em alguns pontos, devido à forma de uso da terra, a microbacia apresentou fragilidade ambiental com risco potencial de contaminação de seus recursos hídricos, além da falta de informação e conscientização dos moradores a respeito dos problemas ambientais. Assim, diante do monitoramento realizado na microbacia do Córrego da Aldeia, ficou evidente de que a área necessita de uma atenção especial, principalmente no trecho em que o córrego atravessa a parte urbana da cidade, uma vez que este ponto apresentou resultados preocupantes, principalmente devido à redução do OD, que torna inviável a sobrevivência de muitos seres de vida aquática.

Palavras-chave - IQA. Bacia hidrográfica. Córrego.

ABSTRACT

Drinking water is a resource that is becoming increasingly scarce on the planet, meanwhile the world population is increasing, which ultimately could cause a big problem of world order. In addition, the man has occupied so increasingly disorderly watersheds through deforestation activities, fires, harmful agricultural practices, aggressive extractive activities, widespread urban occupations generating soil sealing, release of industrial and domestic sewage into rivers and lakes. Anyway, all these actions impacting the environment have generated a deterioration of quality of natural waters, with risk of spread of waterborne diseases to human being. The assessment of water quality can support the formulation of management plans and management of aquatic systems. In this work, the quality of the water stream village, in the municipality of Fernandópolis-SP, was assessed using the Water Quality Index (WQI) and its state of degradation associated with the use of the surrounding area. Water sampling and the implementation of socio-economic and environmental questionnaire were conducted between September/2013 and August/2014 in five sampling sites and in the surrounding area streams. The samples were analyzed for physical, chemical and microbiological parameters. It was found that during the rainy season there was a fall in the value of the IQA, because of the increased turbidity and total solids in the water, from the carrying of solid particles by runoff, indicating lack of soil conservation practices and forest riparian. Water quality ranged from fair to good in the period under study, where some parameters exceeded or fallen below the limits established by CONAMA Resolution nº 357/05 to water bodies class II. In some places, due to the form of land use, watershed presented the environmental fragility with potential risk of contamination of their water resources, and the lack of information and awareness of residents about the environmental problems. Thus, before the monitoring conducted in the watershed Stream Village, it became clear that the area needs special attention, especially in the section where the stream runs through the urban part of the city, since this point showed worrying results, mainly due the reduction of OD, which makes impossible the survival of many beings of aquatic life.

Keywords: IQA. Watershed. Stream.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Perfil esquemático da concentração de oxigênio dissolvido no curso d'água.....	27
Figura 2	Perfil esquemático da concentração da matéria orgânica no curso d'água.....	29
Figura 3	Perfil esquemático da concentração de bactérias no curso d'água...	30
Figura 4	Curvas de variação dos parâmetros do IQA.....	32
Figura 5	Mapa das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI.....	40
Figura 6	Localização do município de Fernandópolis - SP.....	41
Figura 7	Localização da microbacia no município de Fernandópolis - SP.....	42
Figura 8	Localização da microbacia com respectivos pontos de monitoramento.....	43
Figura 9	Ponto 1, nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia.....	44
Figura 10	Ponto 2, nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade....	45
Figura 11	Ponto 3, Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras.....	46
Figura 12	Ponto 4, Córrego da Aldeia na parte rural da cidade.....	47
Figura 13	Ponto 5, foz do Córrego da Aldeia.....	48
Figura 14	Material utilizado em campo para coleta de água.....	51

Figura 15	Estufa de secagem e esterilização	53
Figura 16	Forno	53
Figura 17	Dissecador.....	53
Figura 18	Banho Maria	53
Figura 19	Balança.....	53
Figura 20	Peagâmetro	53
Figura 21	Turbidímetro	53
Figura 22	COD reator	53
Figura 23	Espectrofotômetro	53
Figura 24	Estufa de cultura.....	54
Figura 25	Estufa DBO.....	54
Figura 26	Valores de temperatura (°C) no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014	61
Figura 27	Valores de oxigênio dissolvido no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014	62
Figura 28	Valores de DBO no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	63
Figura 29	Valores de turbidez no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	64
Figura 30	Valores de pH no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	66

Figura 31	Valores de sólidos totais no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	67
Figura 32	Valores de fósforo total no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	68
Figura 33	Valores de nitrogênio total no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	69
Figura 34	Valores de coliformes fecais no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.....	70
Figura 35	Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 1 (nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.....	72
Figura 36	Nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1).....	73
Figura 37	Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 2 (nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.....	73
Figura 38	Nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2)	74
Figura 39	Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 3 (Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.....	75
Figura 40	Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3).....	76
Figura 41	Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 4 (Córrego da Aldeia na parte rural da cidade) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP	77
Figura 42	Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4)	78

Figura 43 Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 5 (foz do Córrego da Aldeia) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP	78
Figura 44 Foz do Córrego da Aldeia (P5)	79
Figura 45 Faixa etária dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP	80
Figura 46 Nível de escolaridade dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP ..	81
Figura 47 Renda familiar dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP	81
Figura 48 Lançamento de esgoto irregular no Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras – Fernandópolis/SP	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Parâmetros e pesos para determinação do IQA.....	31
Tabela 2	Classificação da Qualidade da Água em função do IQA	33
Tabela 3	Precipitação total em (mm) ocorrida no município de Fernandópolis-SP, no período de setembro/2013 a agosto/2014	49
Tabela 4	Série histórica das precipitações (mm) ocorridas no dia da coleta e nos três dias anteriores	50
Tabela 5	Síntese das metodologias, equipamentos e precisão nas análises de qualidade de água.	52
Tabela 6	Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1) – Fernandópolis/SP	56
Tabela 7	Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2) – Fernandópolis/SP.....	57
Tabela 8	Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 no Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3) – Fernandópolis/SP	58
Tabela 9	Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período	

de setembro/2013 a agosto/2014 no Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4) – Fernandópolis/SP	59
Tabela 10 Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na foz do Córrego da Aldeia (P5) – Fernandópolis/SP	60
Tabela 11 Índice de Qualidade da água (IQA) para os cinco pontos analisados entre o mês de setembro/2013 a agosto/2014	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	18
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo geral	19
1.2.2	Objetivos específicos	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1	ÁGUA E POLUIÇÃO	20
2.2	QUALIDADE DA ÁGUA	21
2.3	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	21
2.3.1	Parâmetros físicos	22
2.3.2	Parâmetros químicos	24
2.3.3	Parâmetros biológicos	29
2.4	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS - IQA	30
2.5	CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS	33
2.6	BACIAS HIDROGRÁFICAS	35
2.7	AUTODEPURAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA	36
2.8	MONITORAMENTO AMBIENTAL E DA QUALIDADE DA ÁGUA	38
3	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1	UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (UGRHI)	40
3.2	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	41
3.3	PONTOS DE AMOSTRAGEM	43
3.4	PERÍODOS DE AMOSTRAGEM	48
3.5	DADOS DE PRECIPITAÇÃO	49
3.6	METODOLOGIAS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	50
3.7	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS	51
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	54
3.9	APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL	54

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.1	RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA	56
4.1.1	Temperatura	61
4.1.2	Oxigênio dissolvido	62
4.1.3	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO.....	63
4.1.4	Turbidez.....	64
4.1.5	Potencial Hidrogeniônico - pH	65
4.1.6	Sólidos totais.....	66
4.1.7	Fósforo total	67
4.1.8	Nitrogênio total.....	68
4.1.9	Coliformes fecais	69
4.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA	70
4.2.1	IQA da nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1)...	72
4.2.2	IQA da nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2).....	73
4.2.3	IQA do Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3).	74
4.2.4	IQA do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4)	76
4.2.5	IQA da foz do Córrego da Aldeia (P5).....	78
4.3	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICO DOS MORADORES DO ENTORNO DO CÓRREGO	79
4.3.1	Faixa etária	80
4.3.2	Nível de escolaridade.....	80
4.3.3	Renda familiar	81
4.3.4	Fontes e Uso da água	82
4.3.5	Destinação do esgoto	82
5	CONCLUSÃO	83
6	RECOMENDAÇÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos têm importância fundamental na sobrevivência da humanidade, pois a água potável é essencial ao abastecimento público, no uso agropastoril, comercial, industrial e de serviços, necessário ao crescimento e desenvolvimento de um País (BUENO et al., 2005).

Segundo Braga (2004), os seres humanos, os animais e os vegetais, a vida, em qualquer de suas formas, é diretamente afetada pela deterioração da qualidade da água, que pode ser gerada por poluição, por desmatamentos, por queimadas, entre outros.

Os recursos naturais pertencentes às bacias hidrográficas são de extrema importância à sociedade, pois é através da utilização destes recursos que a humanidade se beneficia para sua sobrevivência. O mau uso dos recursos naturais tem ocorrido tanto pela escassez quanto pelo excesso de seu uso, como também pelo fato da humanidade tratar este assunto com descaso (CALIJURI; OLIVEIRA, 2000).

Diversos critérios podem ser utilizados para caracterizar os usos e a magnitude dos impactos gerados pela ação antrópica nos variados ecossistemas aquáticos, sendo que o planejamento eficiente dos recursos hídricos pressupõe a distribuição equitativa das disponibilidades hídricas entre usos e usuários competitivos (FRANCO et al., 2009).

O uso de índices de qualidade de água é uma alternativa utilizada por programas de monitoramento de águas superficiais, por ser um método simples para acompanhar, de forma resumida, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo de uma bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

A implantação do monitoramento da qualidade e da disponibilidade da água torna-se fundamental no diagnóstico das condições do manancial, servindo assim de base para um melhor planejamento em relação ao uso adequado dos recursos

hídricos e à elaboração de programas de recuperação de mananciais em estado de degradação (MANOEL, 2013).

1.1 JUSTIFICATIVA

A água tem sido a centralizadora das atenções mundiais nos últimos anos, gerando diversas discussões sobre a utilização dos recursos hídricos, entre os quais: uma melhor gestão e uma melhor adequação desse recurso tão escasso.

Tal preocupação é devido ao fato de tais recursos estarem ligados a impactos ambientais, como ocupação indevida do solo, uso indiscriminado da água, desmatamento de matas ciliares, sedimentação, assoreamento, construção de barragens, desvios de cursos d'água, erosão, salinização, contaminação, impermeabilização, compactação, diminuição da matéria orgânica contida nos solos dentre outras degradações, afetando profundamente o ciclo da água e o clima.

Os dados obtidos podem ampliar os conhecimentos a respeito da microbacia estudada. Espera-se desta forma contribuir com importantes informações que possam alertar os órgãos públicos e a sociedade para uma melhor conservação dos recursos hídricos e fornecer subsídios que sirvam de diretriz para a elaboração futura de um plano de desenvolvimento sustentável para a área de influência da microbacia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é avaliar a qualidade da água por meio do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, utilizando-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o seu estado de degradação associado à utilização da área de entorno.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar o índice da qualidade da água (IQA) no Córrego da Aldeia.
- Determinar os efeitos das atividades antrópicas (fatores e os agentes poluentes, além dos níveis de poluição) no recurso hídrico da bacia.
- Avaliar as relações existentes entre os parâmetros avaliados e as modificações ambientais devido à presença das atividades antrópicas registradas na zona de estudo.
- Verificar, por meio da comparação dos resultados dos parâmetros analisados com os atribuídos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, o enquadramento do Córrego da Aldeia e sugerir ações a serem implantadas, para que este corpo de água fique em conformidade com os padrões de qualidade referentes à sua classificação.
- Aplicar questionários socioeconômicos e ambientais com os proprietários no entorno dos córregos, buscando avaliar a influência das suas atividades em possíveis danos ambientais que venham a comprometer a qualidade da água da microbacia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ÁGUA E POLUIÇÃO

Essencial à vida, a água configura-se como elemento necessário para quase todas as atividades humanas, sendo ainda, componente fundamental da paisagem e do meio ambiente. A água é um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser conservado e protegido, prestando-se para múltiplos usos: abastecimento doméstico, industrial, geração de energia elétrica, irrigação de culturas agrícolas, navegação, aquicultura, piscicultura, recreação, pesca e, mesmo, para a autodepuração de esgoto (BARROS; SOUZA, 2012).

Quando há abundância de água, ela poderia ser tratada como bem livre, sem valor econômico. Com o crescimento da demanda começam a surgir conflitos entre usos e usuários da água, que passa a ser escassa e, então, precisa ser gerida como bem econômico, ao qual deve ser atribuído o justo valor. Essa escassez também pode decorrer de aspectos qualitativos quando a poluição afeta de tal forma a qualidade, que os padrões excedem aos admissíveis para determinados usos (FREITAS, 2000).

Diversos são os fatores que levam a deterioração da água, podendo ser classificadas em fontes pontuais ou difusas. As fontes pontuais se caracterizam, essencialmente, pelos efluentes domésticos e industriais. As difusas são caracterizadas pelos resíduos promovidos da agricultura, podendo ser citados ainda o escoamento superficial urbano e dos pátios de indústrias. Este tipo de poluição pode ser intensificado devido à irrigação, a compactação do solo devido à mecanização, a retirada de mata ciliar, à ausência de práticas conservacionistas do solo, aos processos erosivos, além dos fatores naturais (LOAGUE et al., 1998).

Conforme Branco et al. (1991) e Lima (2001), as maiores alterações da composição da água se devem, principalmente, às ações humanas. Os rios tornaram-se os maiores depósitos de rejeitos originários do uso doméstico, industrial e agrícola. Dessa forma, o crescimento da demanda por água tem contribuído para o aumento da concentração de contaminantes nos corpos hídricos.

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

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. (BRANCO et al., 1991).

A qualidade da água está associada ao uso através de requisitos mínimos exigidos para cada tipo de aplicação, embasados por suporte legal, determinado pela legislação, apresentados na Resolução CONAMA 357 (Apêndice II). Considera ainda que a relação qualidade/aplicação contemple o conceito de sustentabilidade, viabilização técnica, fator econômico e política ambiental (COSTA; MATOS, 1997).

De acordo com Meybeck e Helmer (1992) a qualidade do ambiente aquático pode ser determinada através de medidas quantitativas, como determinações físicas e químicas (na água, no material particulado e nos organismos) e/ou testes bioquímicos/biológicos (medidas de DBO₅, testes de toxicidade), ou através de medidas semi quantitativas e qualitativas, tais como índices bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, entre outros.

2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Von Sperling (2005), os diversos componentes presentes na água e que alteram o seu grau de pureza podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água. As principais características da água podem ser expressas como:

- Características físicas. As impurezas enfocadas do ponto de vista físico estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água. Estes sólidos podem ser de suspensões, coloidais ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho.
- Características químicas. As características químicas da água podem ser interpretadas através de uma das duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica.

- Características biológicas. Os seres presentes na água podem ser vivos ou mortos. Dentre os seres vivos têm-se os pertencentes aos reinos animal e vegetal, além dos protistas.

2.3.1 Parâmetros físicos

Turbidez

A turbidez é a interferência à passagem da luz através da água, causada por partículas insolúveis de solo, matéria orgânica, microorganismos e outros materiais, que desviam e/ou absorvem os raios luminosos que penetram na água. As partículas de turbidez, além de diminuir a claridade e reduzir a transmissão da luz na água, podem provocar o sabor e o odor na mesma, uma vez que transportam matéria orgânica absorvida. É agravada pela presença de sólidos em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas provenientes de despejos domésticos e industriais, cuja precipitação perturba o ecossistema aquático. Por ser de origem natural, não traz inconvenientes sanitários diretos, mas é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos. É utilizado como parâmetro na caracterização de águas de abastecimento, brutas e tratadas, e no controle da operação das estações de tratamento de água (BRANCO, 1986).

Em relação aos agentes causadores de turbidez na água, é possível que estes materiais possam ser originários do solo (principalmente quando não há mata ciliar), de atividades de mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila), de indústrias, ou do esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. As águas de lagos, lagoas, açudes e represas apresentam em geral, baixa turbidez, porém estes valores são variáveis em função dos ventos e das ondas que, nas partes rasas, podem revolver os sedimentos do fundo. Normalmente, após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas graças ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação ocasionam turbidez (SOARES, 2003).

A principal consequência da alteração da turbidez num corpo d'água com a redução da penetração da luz solar é a diminuição da taxa fotossintética, prejudicando a oxigenação do meio, principalmente em águas paradas ou mesmo em rios de baixa turbulência (BRANCO, 1986).

A tendência da turbidez é se elevar com o aumento da vazão, ou seja, com vazões maiores, a turbidez varia mais. As chuvas que causam vazões maiores podem ser muito variáveis, provocando graus diferentes de erosividade, afetando os terrenos das encostas e das margens (HESPANHOL, 2009).

Temperatura

A temperatura é utilizada para a caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é dada em graus Celsius (°C). O conceito de temperatura de uma água está relacionado com a medição da intensidade de calor. A temperatura da água pode ser alterada pela transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). O aumento da temperatura da água está relacionado com o aceleração das taxas de reações químicas e biológicas, com a transferência de gases e com a diminuição da solubilidade destes gases (VON SPERLING, 2005).

Segundo Sewell (1978) o acréscimo de temperatura pode provocar alterações físicas, como na densidade, na viscosidade, na pressão do vapor e no oxigênio dissolvido, efeitos químicos, acelerando reações químicas e bioquímicas, e efeitos biológicos, podendo se tornar letal a organismos adaptados a determinadas condições físicas.

As variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (BRAGA et al., 2005).

2.3.2 Parâmetros químicos

Potencial Hidrogeniônico – pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio, indicando uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH compreende uma faixa de 0 a 14 e sua variação pode ocorrer devido a fatores naturais, como a dissolução de rochas, a absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese. O pH também pode variar devido as atividades de origem antrópica, principalmente devido aos despejos industriais (lavagens ácidas, por exemplo) e domésticos (oxidação de matéria orgânica). Este parâmetro é utilizado com frequência na caracterização de corpos d'água e, geralmente, é determinado por peagômetros com eletrodos de vidro, pois esses aparelhos não sofrem interferências de cor, turbidez e de uma extensa variedade de íons (VONSPERLING, 2005).

Segundo Lima (2001), o pH da grande maioria dos corpos d'água varia entre 6 e 8. Ecossistemas que apresentam valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone. Nesses ecossistemas, são encontradas altas concentrações de ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além de ácido carbônico, formado, principalmente, pela atividade metabólica dos microrganismos aquáticos.

Nitrogênio Total

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização). O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática) (VON SPERLING, 2005).

Pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica ou ter origem antropogênica quando for

proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas (LIMA, 2001).

Segundo Muller (2001), o nitrogênio orgânico e amônia estão associados a efluentes e águas recém-poluídas. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal e, posteriormente, se condições aeróbias estão presentes, a oxidação da amônia acontece transformando-se em nitrito e nitrato.

O principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização. Esse elemento é indispensável para o crescimento de algas e plantas aquáticas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, principalmente, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, causando interferências aos usos desejáveis do corpo d'água, gerando problemas como gosto e odor, redução de oxigênio e transparência, declínio da pesca, mortandade de peixes, obstrução de cursos d'água e efeitos tóxicos sobre animais e seres humanos (VON SPERLING, 2005).

Fósforo Total

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples. Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O fósforo orgânico é normalmente de menor importância. Conforme Von Sperling (2005), o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento.

Assim como o nitrogênio, o fósforo também pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas. Ele também é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização) (LIMA, 2001).

Oxigênio Dissolvido

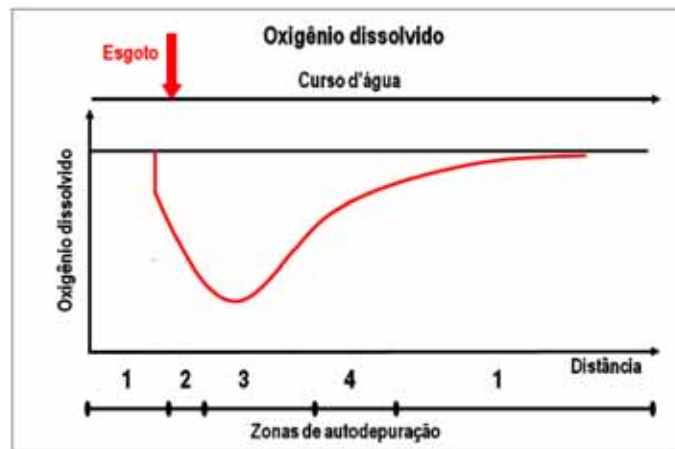
O oxigênio dissolvido é fundamental para a sobrevivência dos organismos aeróbios. No processo de estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo ocasionar a redução do oxigênio dissolvido do meio. Caso o oxigênio dissolvido seja totalmente consumido, ele pode gerar condições anaeróbias e produzir maus odores no curso d'água. (VON SPERLING, 2005).

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamentos de esgotos. Através de medição da quantidade de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água manter a vida aquática (BRAGA et al., 2005).

É, portanto, um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (IQAs). No IQA utilizado no Estado de São Paulo pela CETESB, a concentração de oxigênio dissolvido é um parâmetro que recebe uma das maiores ponderações (MANOEL, 2013).

A introdução de oxigênio na água se dá através de difusão atmosférica ou de atividade fotossintética de plantas aquáticas, sendo, posteriormente, consumido durante a decomposição aeróbia de substâncias orgânicas, oxidação de alguns compostos inorgânicos e respiração de organismos presentes no meio aquático. Em zonas de águas limpas, a concentração de oxigênio dissolvido varia durante o dia. Esta variação diurna depende da intensidade das atividades fotossintéticas e das mudanças de temperatura (PINHEIRO et al., 2006).

Figura 1 - Perfil esquemático da concentração de oxigênio dissolvido no curso d'água.



Fonte: Von Sperling (2005).

Sólidos Totais

Para Branco (1986), todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos, os quais podem ser classificados pelas suas características físicas (suspensos e dissolvidos) e químicas (orgânicos e inorgânicos). Segundo o mesmo autor, os sólidos voláteis representam uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos fixos caracterizam a presença de matéria inorgânica ou mineral.

Para Nuvolari (2003), a presença de resíduos sólidos nas águas leva a um aumento da turbidez, influenciando diretamente na entrada de luz e diminuindo taxa fotossintética no meio aquático.

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfatos e cloretos, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (BRAGA et al., 2005).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

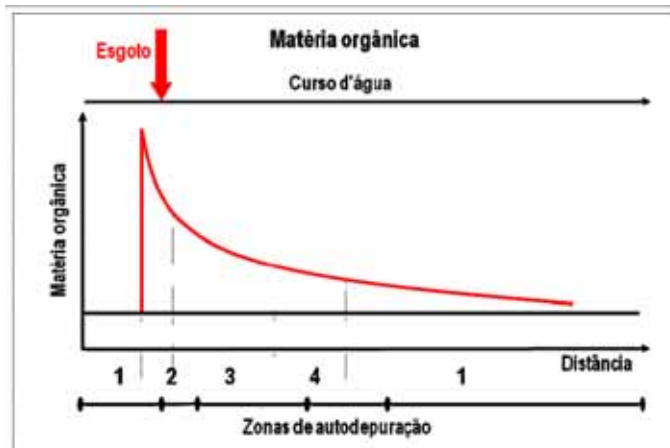
A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. É normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, em uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias em uma temperatura de incubação de 20 °C é usado e referido como DBO_5^{20} (VON SPERLING, 2005).

Por exemplo, os esgotos sanitários apresentam DBO_5^{20} na faixa de 200 a 600 mg/L, geralmente. Isso significa que, ao se lançar um litro de esgotos em um rio, ocorrerá uma “retirada” de cerca de 200 à 600 mg de oxigênio em função da respiração dos microrganismos que decomporão os componentes biodegradáveis desse esgoto. Cada pessoa ocasiona, por dia, uma demanda de 40 à 60 g de DBO_5^{20} no receptor dos esgotos da cidade, ou seja, grosseiramente pode-se afirmar que cada pessoa é responsável pela demanda de 40 a 60 g por dia de oxigênio do rio, lago ou oceano onde é feito o lançamento de seus esgotos (CALIJURI; OLIVEIRA, 2000).

Os maiores aumentos em termos de DBO, em um corpo d’água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de uma alta quantidade de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (VON SPERLING, 2005).

Um elevado valor da DBO pode indicar incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis. A DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d’água (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO- CETESB, 2003).

Figura 2 - Perfil esquemático da concentração da matéria orgânica no curso d'água.



Fonte: Von Sperling (2005).

2.3.3 Parâmetros biológicos

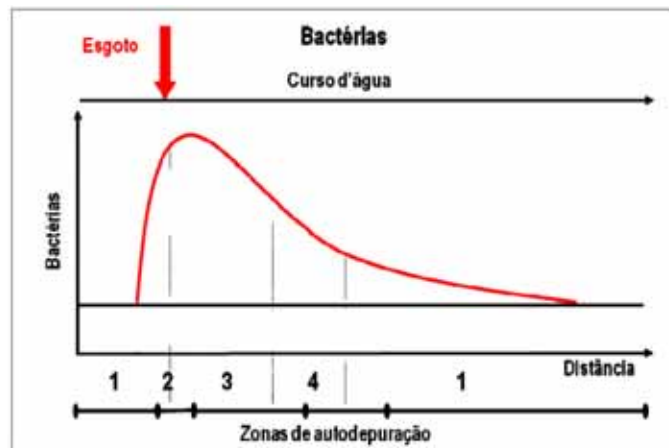
Coliformes termotolerantes

Há organismos (bactérias coliformes) que são comensais no trato intestinal de animais de sangue quente em quantidades extremamente grandes, de tal forma que um volume de 100 ml de esgoto doméstico chega a apresentar cerca de 10 a 100 milhões de bactérias coliformes (CALIJURI; OLIVEIRA, 2000).

Quando a densidade de coliformes é usada como um critério para julgar as necessidades de tratamento, a água bruta pode ser classificada em águas limpas, águas boas e águas poluídas. A diversidade de coliformes na água bruta deve ser expressa em termos de unidades formadoras de colônias. As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se significativa porque o grupo fecal está restrito ao trato intestinal de animais de sangue quente (LIMA, 2001).

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (BRAGA et al., 2005).

Figura 3 - Perfil esquemático da concentração de bactérias no curso d'água.



Fonte: Von Sperling (2005).

2.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. Ele incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (CETESB, 2003).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Por fim, definiu-se uma lista composta por nove parâmetros e respectivos pesos integrantes do IQA, conforme Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros e pesos para determinação do IQA.

Parâmetro	Peso (w_i)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: CETESB (2003).

Nota-se que, a importância do OD como principal parâmetro de caracterização do ambiente aquático manifesta-se na própria determinação do IQA, pois o mesmo responde por 17% do valor final e é o mais relevante dos nove que integram o índice. Importante notar uma sobreposição de alguns parâmetros que de certa maneira fornece informações semelhantes, tais como: OD e DBO, turbidez e sólidos totais e em algumas circunstâncias, DBO e coliformes fecais (LIBÂNIO, 2005).

Definidos os parâmetros integrantes do IQA e seus pesos, traçaram-se as curvas de representação da variação da qualidade da água produzida pelas possíveis medidas do parâmetro. Estas curvas médias de variação, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentadas na Figura 4 (CETESB, 2003).

Segundo CETESB (2003), a equação utilizada para a determinação do índice de Qualidade da Água é a seguinte:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA : índice de Qualidade da Água, valor entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100. obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade" na Figura 2, em função de sua concentração ou medida;

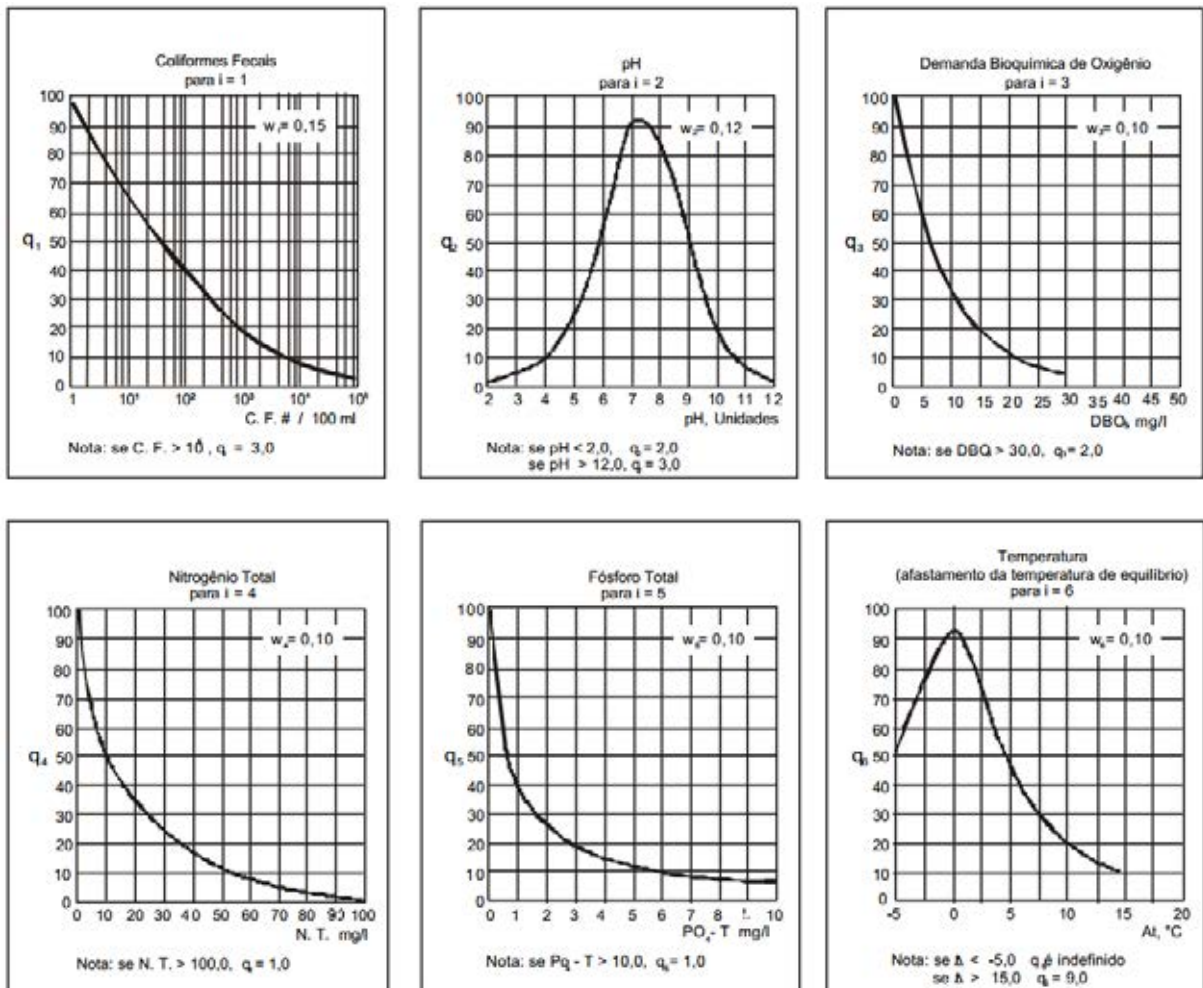
W_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que a somatória de W_i deve ser 1, conforme CETESB (2003) dispõe na seguinte equação:

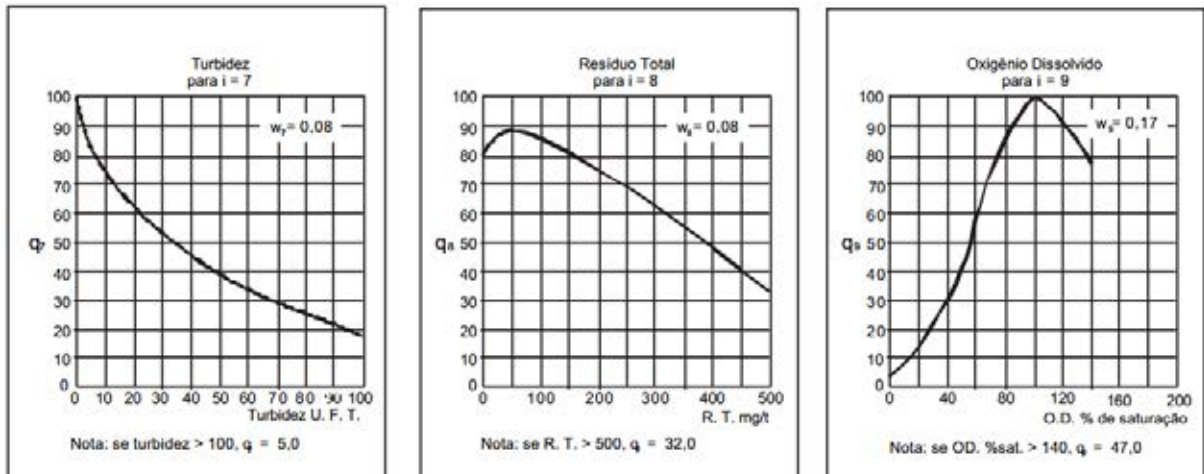
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

FIGURA 4 - Curvas de variação dos parâmetros do IQA.





Fonte: CETESB (2003).

A partir do cálculo do IQA, são definidos os níveis de qualidade do corpo hídrico relacionando intervalo de variação do IQA e a cor de referência, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Classificação da Qualidade da Água em função do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < \text{IQA} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
REGULAR	$36 < \text{IQA} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IQA} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB (2003).

2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS

Em relação às águas doces, CALIJURI e OLIVEIRA (2000) destacam, resumidamente, seus usos preponderantes e alguns requisitos exigidos pela Resolução CONAMA nº. 20/86, e mantidos pela Resolução 357/05, de acordo com cada uma das 05 classes, a saber:

- Classe especial. Águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Nessas águas foram estabelecidas restrições quanto a coliformes totais, que deverão estar ausentes em qualquer amostra. Não são tolerados lançamentos de resíduos líquidos e sólidos de qualquer espécie, mesmo quando tratados.

- Classe 1. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e frutas cultivadas rente ao solo e consumidas cruas e à agricultura de espécies destinadas à alimentação humana.

Para as águas de classes 1 a 3, foram estabelecidos padrões de qualidade com restrições para materiais flutuantes, óleos e graxas, substâncias que comuniquem gosto ou odor, corantes artificiais, substâncias que formem depósitos objetáveis, os quais deverão ser virtualmente ausentes; coliformes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, cor, pH e uma extensa lista de substâncias potencialmente prejudiciais, como sólidos totais, nutrientes, fenóis, detergentes, solventes, metais pesados, biocidas organoclorados e fosforados, carbonatos e outras substâncias orgânicas e inorgânicas tóxicas, cancerígenas ou de outro efeito nocivo, que devem obedecer a determinados limites quantitativos, em função de cada classe.

- Classe 2. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, e à agricultura.

- Classe 3. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e a dessedentação de animais.

- Classe 4. Águas destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes. Para as águas da classe 4 há apenas restrições para materiais flutuantes, odor e aspecto, óleos, graxas e substâncias sedimentáveis, limites quantitativos para fenóis, OD e pH.

2.6 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise do ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre, que engloba a infiltração e o escoamento superficial. Ela pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (TUCCI, 1997).

As vazões de uma bacia dependem de fatores climáticos e geomorfológicos. A intensidade, a duração, a distribuição espaço-temporal da precipitação, bem como a evapotranspiração, estão entre os principais fatores climáticos (ROCHA et al., 2000).

Com relação ao fator área na distinção entre os termos bacia e microbacia hidrográfica, Lima e Zakia (2000) explicam que, sob o ponto de vista da hidrologia, a classificação das bacias hidrográficas em grandes e pequenas deve ser feita com base não somente na sua superfície total, mas também considerando os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio. Assim, hidrologicamente as microbacias tem como características distintas uma grande sensibilidade tanto a chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Quer isso dizer que as alterações na quantidade e na qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas e ou em função de mudanças no uso do solo, são detectadas com muito mais sensibilidade nas microbacias do que nas bacias grandes. Nestas últimas, o efeito de armazenamento da água pluvial ao longo dos canais é tão pronunciado que a bacia torna-se menos sensível àqueles dois fatores.

O planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica requerem um conhecimento profundo dos mesmos. Isto implica em dispor ao longo do tempo, assim como no espaço geográfico da bacia hidrográfica, de informações relativas às quantidades de água armazenadas, às vazões na rede

de drenagem, aos usos dos recursos hídricos e a qualidade da água (PEIXOTO, 2002).

2.7 AUTODEPURAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA

O fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes. Deve ser entendido que o conceito de autodepuração apresenta a mesma relatividade que o conceito de poluição. Uma água pode ser considerada depurada, sob um ponto de vista, mesmo que não esteja totalmente purificada em termos higiênicos, apresentando, por exemplo, organismos patogênicos (VON SPERLING, 2005).

Segundo Molina (2006) mesmo em estado de poluição, os mananciais ainda lutam pela sua sobrevivência através de mecanismos de autodepuração. Corredeiras, meandros, quedas d'água entre outras características fazem com que o manancial tenda a recuperar a qualidade de suas águas. Contudo, anteriormente ao êxodo rural, as poluições eram geradas apenas de maneira difusa, enquanto que atualmente, com o aumento das populações urbanas, passaram a ter também caráter pontual e de alta concentração, dificultando a resposta dos corpos d'água em se autodepurar.

Deve-se salientar que, no fenômeno da autodepuração de um corpo hídrico, dentre os constituintes mais importantes em termos de avaliação do impacto na qualidade da água, destacam-se a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o oxigênio dissolvido (OD) na água (EIGER, 2003).

Segundo Branco (1978), podem ser reconhecidas quatro zonas de autodepuração ao longo de um curso d'água que receba forte contribuição em esgoto: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas.

Zona de Degradação – essa zona tem início no ponto de lançamento dos despejos orgânicos. Imediatamente a água torna-se turva, de cor acinzentada,

havendo formação de depósitos de partículas no fundo. A decomposição neste ponto ainda não iniciou ou se dá em pequena escala em pontos mais a jusante, podendo mesmo ser encontrado oxigênio dissolvido, o que possibilita a presença de peixes, que para lá afluem em busca de partículas para alimento. Nos pontos mais a jusante, inicia-se a proliferação bacteriana, originando bactérias aeróbicas. O teor de gás carbônico segue numa curva inversa à do Oxigênio Dissolvido (OD), sendo tanto maior quanto menor OD houver. Os compostos nitrogenados complexos, também são elevados. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) produzida por todo esse material orgânico em decomposição atinge um máximo no ponto de lançamento, decrescendo em seguida. As bactérias de vida livre, do esgoto, atingem também cifras máximas nessa primeira zona, sendo comum densas massas de *Sphaerotilus*. São igualmente abundantes alguns protozoários, como certas formas de ciliados, colônias do gênero *Vorticella* e *Epistylis Carchesium*. As algas são raras pela absoluta ausência de luz, cuja penetração é impedida pelo excesso de turbidez. Com o aumento da população bacteriana, acelera o consumo de oxigênio para oxidação ou respiração, sendo que, ao atingir 40% de sua saturação, inicia-se, nesse ponto, a zona seguinte (BRANCO, 1978).

Zona de decomposição ativa – esta zona só pode ser reconhecida em corpos hídricos que recebam fortes cargas de esgoto, visto que, tem acentuada cor acinzentada e depósitos de lodo escuros no fundo, com ativo mau cheiro. No meio dessa zona, o oxigênio dissolvido é totalmente consumido pelas bactérias, fungos e outros organismos aeróbios, criando assim um meio anaeróbio em toda a massa de água. Nos pontos de maior concentração de lodo orgânico, desaparece a vida aeróbia, surgindo em seu lugar flora e fauna com respiração intramolecular e dá origem ao desprendimento de bolhas contendo gases, tais como: metano, gás sulfídrico, mercaptanas e outros responsáveis pelo mau cheiro característico de ambientes sépticos. O nitrogênio nessa zona é abundante, ainda na forma orgânica, mas predominantemente na forma de amônia que pode iniciar sua oxidação a nitritos. Vencida a demanda de oxigênio (DBO), o mesmo reaparece até atingir 40% de saturação, quando então inicia a zona seguinte (BRANCO, 1978).

Zona de Recuperação – por essa zona, a seqüência é inversa à zona de degradação, ou seja, inicia-se no ponto em que o Oxigênio Dissolvido (OD) atinge

40% de saturação estendendo-se até o ponto em que o teor inicial de oxigênio, próprio das águas limpas, seja restabelecido. Isso se explica pelo saldo de oxigênio que é introduzido na água pela atmosfera através da superfície, ou por organismos fotossintetizantes que proliferam em número cada vez maior. As águas se apresentam mais claras, não se verificando o desprendimento de gases ou de mau cheiro. Também nessa zona, são mineralizados os compostos de nitrogênio, fósforo, enxofre, etc. que são oxidados até se transformarem em substâncias estáveis como fosfatos, sulfatos e nitratos. Tal presença fertiliza o meio e permite o desenvolvimento de vegetais fotossintetizantes como algas e outras plantas, que por sua vez, constituem alimentação adequada a toda série de animais microscópicos que habitam as águas doces. Nesse ambiente, começam a aparecer os peixes mais tolerantes (BRANCO, 1978).

Zona de Águas Limpas – nesta zona, as águas atingem as condições normais existentes antes de se dar a poluição, pelo menos no que diz respeito ao oxigênio dissolvido (OD), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e aos índices bacteriológicos, porém, devido a alta mineralização verificada na zona anterior, as águas se tornam muito férteis, aumentando sua capacidade de fertilização, dando como conseqüência a alta floração e superprodução de algas. Há predominância de formas completamente oxidadas e estáveis de compostos minerais, tais como: nitratos, fosfatos entre outros nutrientes. Com a superprodução de algas, que servem de alimentos a protozoários e estes a rotíferos, crustáceos e larvas de insetos, principal alimento de peixes, está estabelecido o ciclo biodinâmico normal do manancial. Nessa zona voltam a aparecer as ninfas de odonatos, efemérides, tricópteros e plecópteros, assim como, moluscos e grande variedade de peixes (BRANCO, 1978).

2.8 MONITORAMENTO AMBIENTAL E DA QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar - qualitativa e quantitativamente - as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas neste

tipo de estudo, já que exercem influências sobre o meio ambiente (MACHADO, 1995).

Com base nesses levantamentos, o monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliar na definição de políticas ambientais (MACHADO, 1995).

O monitoramento da qualidade da água é o esforço em obter informações quantitativas das suas características físicas, químicas e biológicas por meio de amostragem estatística. O tipo de informação procurada depende dos objetivos da rede de monitoramento, e esses objetivos variam desde a detecção de violações dos padrões de qualidade do corpo d'água, até a determinação das tendências temporais da qualidade da água. Já a rede de monitoramento é definida como sendo a localização espacial dos pontos de amostragem e, portanto, o projeto da rede de monitoramento significa a definição dos pontos de amostragem, da frequência temporal e duração da amostragem e da seleção das variáveis a serem medidas (SANDERS, 1983).

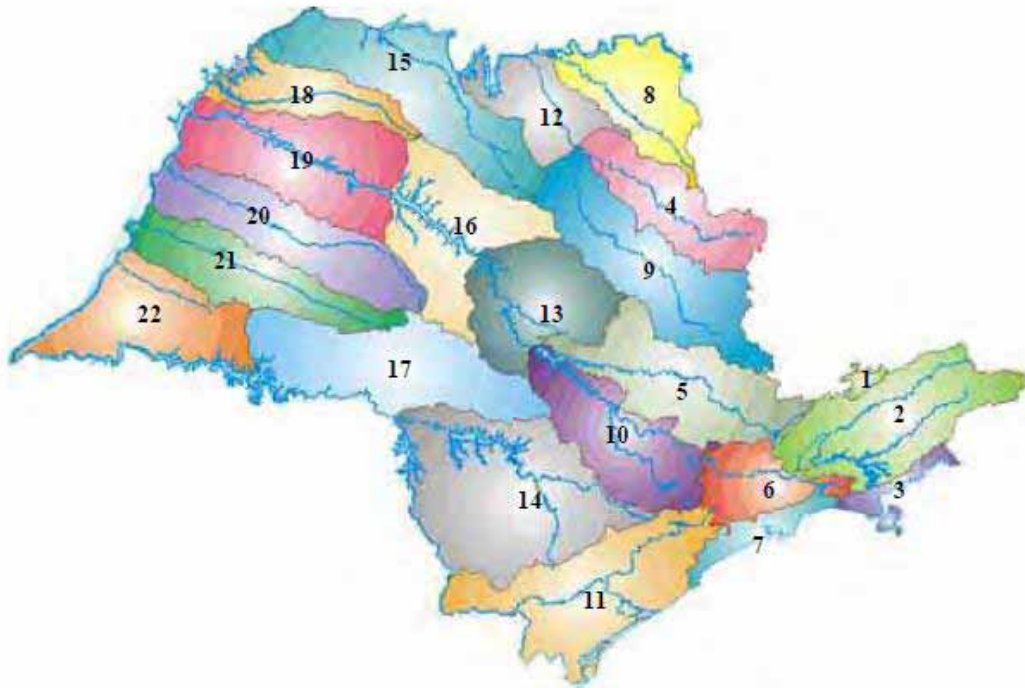
Resumidamente, o monitoramento da qualidade da água visa realizar a medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhar a evolução das condições da qualidade da água ao longo do tempo. Ele é importante para averiguar as tendências na qualidade do meio aquático, e para observar como este é afetado por contaminantes e/ou atividades antrópicas (MANOEL, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (UGRHI)

O Estado de São Paulo é dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e o município de Fernandópolis pertence à UGRHI-15, que é a Bacia do Turvo/Grande, na qual o Córrego da Aldeia está incluído.

Figura 5 – Mapa das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI

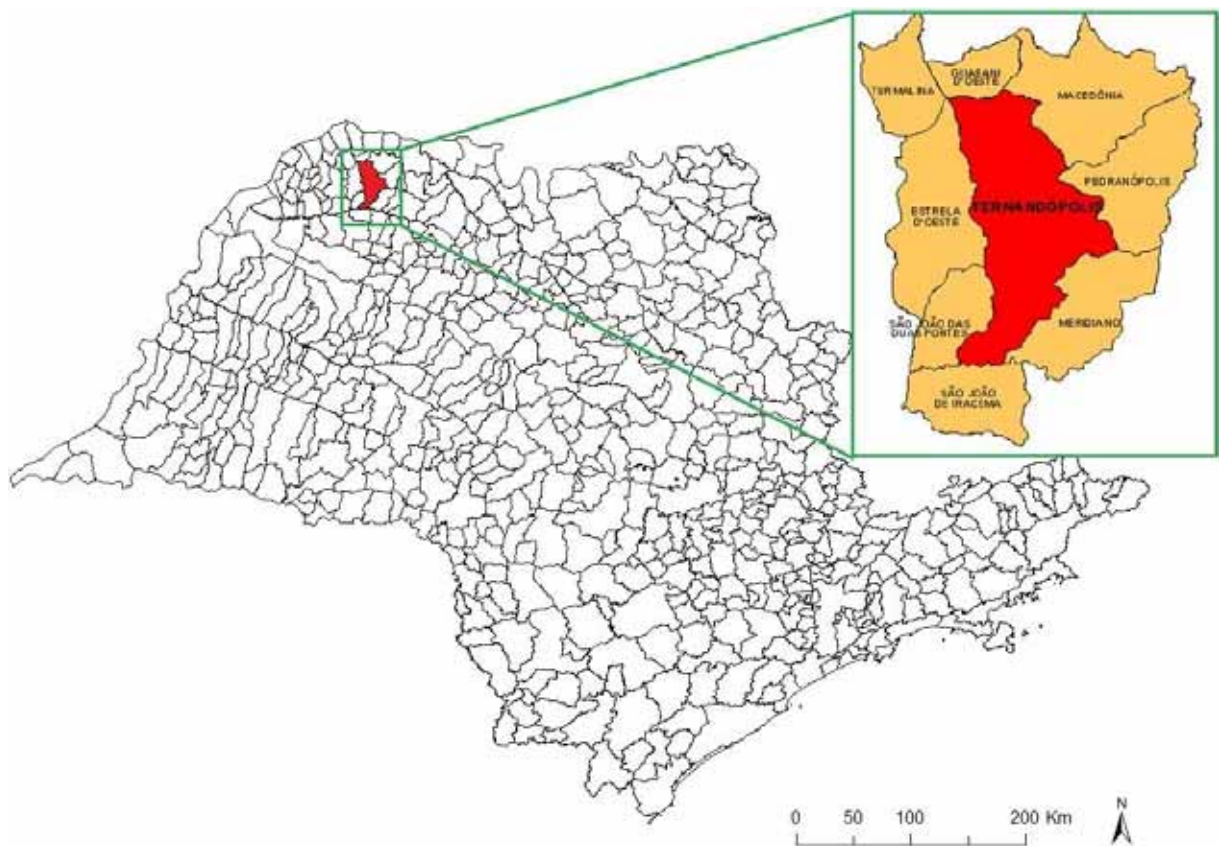


Fonte: Departamento Águas e Energia Elétrica- DAEE (2007)

3. 2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado na Microbacia Hidrográfica do Córrego da Aldeia, no município de Fernandópolis, região noroeste do Estado de São Paulo, localizado na zona 22 K, entre as coordenadas geográficas $20^{\circ}05'05,2''\text{S}$ e $50^{\circ}07'11,4''\text{O}$ e $20^{\circ}28'14,5''\text{S}$ e $50^{\circ}21'17,2''\text{O}$, Datum SIRGAS 2000, com altitude entre 427 a 555 metros acima do nível do mar e uma área territorial de $556,66 \text{ Km}^2$.

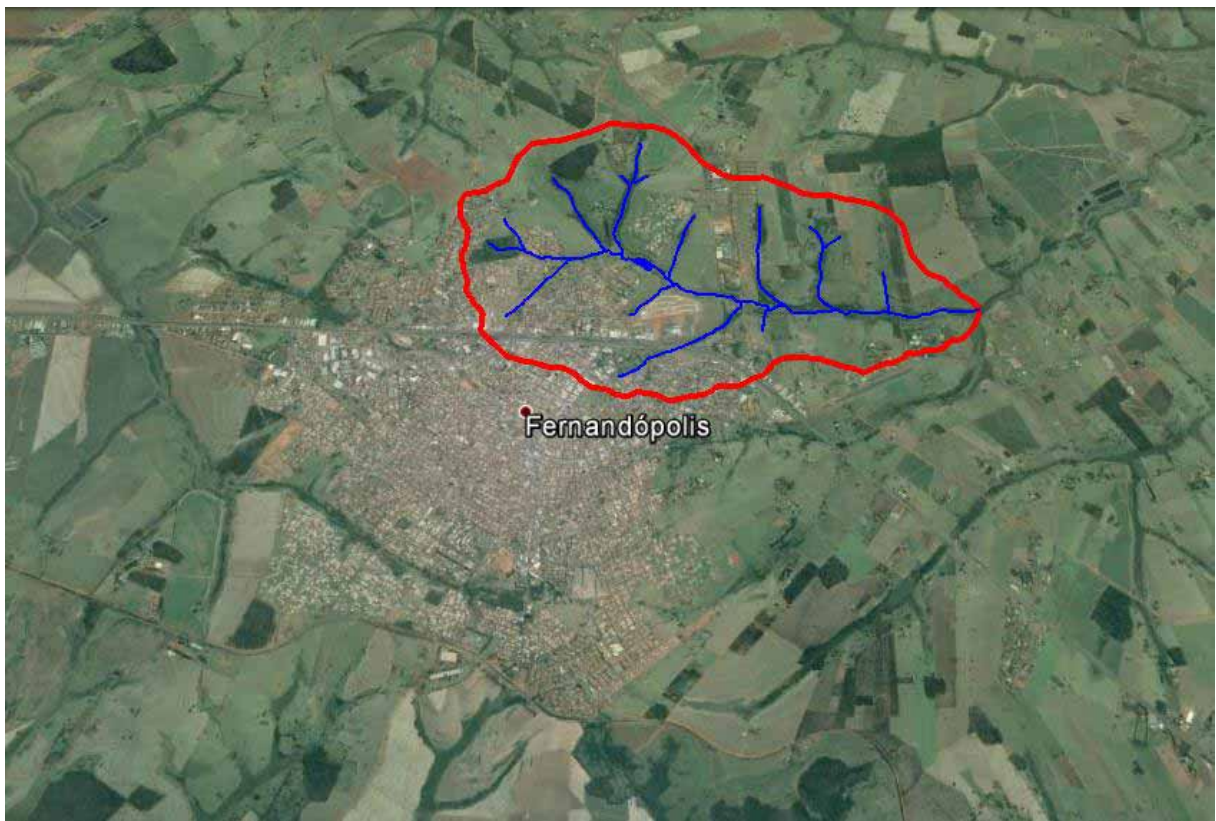
Figura 6 - Localização do Município de Fernandópolis – SP.



Fonte: IBGE (2010).

A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho abrange aproximadamente 1.478,96 hectares e está entre as coordenadas geográficas $20^{\circ}14'42,76''\text{S}$ e $50^{\circ}12'22,22''\text{O}$ e $20^{\circ}16'39,49''\text{S}$ e $50^{\circ}15'36,62''\text{O}$ Datum SIRGAS 2000 com altitude entre 447 a 541 metros acima do nível do mar. Esta microbacia engloba uma porção urbana (Bairro Residencial Alto das Paineiras, Residencial dos Botelhos e Jardim Araguaia) e uma porção rural formada por chácaras e propriedades rurais que rodeiam o núcleo urbano. As distâncias entre estas propriedades e os núcleos urbanos variam de 1 a 5 km em média.

Figura 7 – Localização da microbacia no município de Fernandópolis - SP.



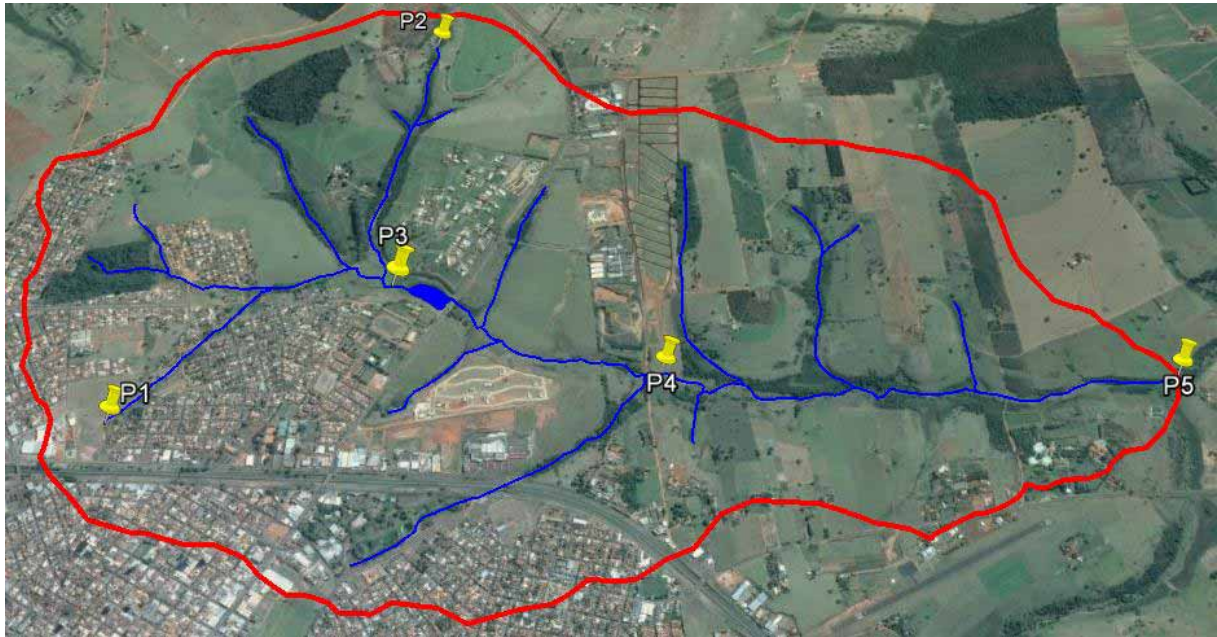
Fonte: Google Earth (2011).

A delimitação da microbacia foi feita utilizando-se os programas Global Mapper, AutoCAD e Google Earth. Segundo a Secretaria do Meio Ambiente de Fernandópolis o córrego da Aldeia é classificado como sendo classe 2.

3.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Para avaliação da qualidade da água na microbacia hidrográfica do Córrego da Aldeia, foram escolhidos cinco pontos distribuídos por toda a microbacia, compreendendo desde suas principais nascentes até sua foz (Figura 8).

Figura 8 – Localização da microbacia com respectivos pontos de monitoramento.



Fonte: Google Earth (2011).

Ponto 1

O ponto 1 está localizado em uma das nascentes do Córrego da Aldeia e está a 4.893,56 metros da foz da bacia. Este ponto foi escolhido para que se pudesse obter as características originais do Córrego, ou seja, antes da contribuição de qualquer tipo de efluentes ou resíduos. Esse ponto encontra-se na porção urbana da cidade e é desprovido de mata ciliar. O local pode ser visualizado pela Figura 9.

Figura 9 – Ponto 1, nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia.



Fonte: do próprio autor

O ponto 1 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 20°16'13.83"S

Longitude: 50°15'0.70"O

Altura: 514 metros acima do nível do mar.

Ponto 2

O ponto 2 também está localizado em uma das nascentes do Córrego da Aldeia e está a 4.080,13 metros da foz da bacia. Ele também foi escolhido para que se pudesse obter as características originais do Córrego. O ponto encontra-se na porção rural da cidade e é composto parcialmente por mata ciliar, seguido de aglomerado de lotes rurais. O local pode ser visualizado pela Figura 10.

Figura 10 – Ponto 2, nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade.



Fonte: do próprio autor

O ponto 2 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 20°15'1.06"S

Longitude: 50°14'15.65"O

Altura: 515 metros acima do nível do mar.

Ponto 3

O ponto 3 está localizado a 3.712,10 metros da foz da bacia e a 80 metros da principal represa da cidade. Ele foi escolhido por apresentar o chamado efeito cascata, pois, todos os impactos gerados na parte urbana da cidade irão apresentar alteração na qualidade da água neste ponto. Esta é uma área de confinamento de bovinos e equinos. O local pode ser visualizado pela Figura 11.

Figura 11 – Ponto 3, Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras.



Fonte: do próprio autor

O ponto 3 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 20°15'49.21"S

Longitude: 50°14'19.12"O

Altura: 481 metros acima do nível do mar.

Ponto 4

O ponto 4 está localizado a 2.397,98 metros da foz da bacia. Apresenta reduzidas áreas de preservação permanente e conseqüentemente proliferação de aguapés. Não possui mata ciliar. O local pode ser visualizado pela Figura 12.

Figura 12 – Ponto 4, Córrego da Aldeia na parte rural da cidade.



Fonte: do próprio autor

O ponto 4 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 20°16'4.33"S

Longitude: 50°13'34.71"O

Altura: 463 metros acima do nível do mar

Ponto 5

O quinto e último ponto de monitoramento está localizado na Foz do Córrego da Aldeia que deságua no córrego das pedras. Foi escolhido por ser o exutório da microbacia. Possui mata ciliar e é cercado por um aglomerado de propriedades rurais.

Figura 13 – Ponto 5, foz do Córrego da Aldeia.



Fonte: do próprio autor

O ponto 5 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: 20°16'4.98"S

Longitude: 50°12'12.38"O

Altura: 447 metros acima do nível do mar.

3.4 PERÍODOS DE AMOSTRAGEM

Os trabalhos de coleta de amostras, para avaliação da qualidade das águas na microbacia do Córrego da Aldeia tiveram início em setembro de 2013 e término em agosto de 2014, compreendendo as estações sazonais (seca e chuvosa), num período de um ano.

As análises dos parâmetros físico-químicos e biológicos foram realizadas mensalmente sempre entre o dia 05 e 10 de cada mês, totalizando 12 campanhas.

3.5 DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Segundo estudo da Secretaria Estadual de Saúde o clima do município de Fernandópolis é classificado como do tipo Aw (tropical úmido) com inverno seco e verão quente e chuvoso. Os dados de precipitação foram obtidos através do banco de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica (2014) para o município de Fernandópolis-SP.

Durante o período amostral a precipitação total foi de 1.324,5mm. Na Tabela 3 encontra-se a distribuição mensal da precipitação, observando-se que as maiores precipitações ocorreram nos meses de março de 2014 (236mm) e novembro de 2013 (217,4mm).

Tabela 3 - Precipitação total em (mm) ocorrida no município de Fernandópolis-SP, no período de setembro/2013 a agosto/2014.

MESES	PREC. TOTAL (mm)	VALOR MÍNIMO DIÁRIO (mm)	VALOR MÁXIMO DIÁRIO (mm)
Setembro	70,1	0	47,5
Outubro	103,9	0	30,7
Novembro	217,4	0	43
Dezembro	198,2	0	43,9
Janeiro	126,9	0	35,2
Fevereiro	144,8	0	27,2
Março	236	0	74,4
Abril	59,4	0	22,1
Mai	62,6	0	41
Junho	78,6	0	30
Julho	26,5	0	15
Agosto	0,1	0	0,1

A análise da série histórica das precipitações (em milímetros) ocorridas no dia da coleta e nos três dias anteriores está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Série histórica das precipitações (mm) ocorridas no dia da coleta e nos três dias anteriores.

DATA	C0	C1	C2	C3
06/09/2013	0	0	2,4	0
08/10/2013	0	0	0	20,5
08/11/2013	0	0	0,3	31,5
06/12/2013	1,8	0	3,7	0
07/01/2014	0	0	0	0,5
07/02/2014	0	0	0	0
06/03/2014	13,7	2	27,3	0
09/04/2014	8	0	0	0
09/05/2014	0	0	0	0
06/06/2014	0	0	0	9,2
09/07/2014	0	0	0	0
08/08/2014	0	0	0	0

Legenda: **C0** – precipitações ocorridas nas datas de amostragens, **C1** – precipitações ocorridas no dia anterior às amostragens, **C2** – precipitações ocorridas no segundo dia anterior às amostragens; e **C3** – precipitações ocorridas no terceiro dia anterior às amostragens.

O objetivo da série foi analisar a interferência das chuvas sobre os parâmetros qualitativos e quantitativos, uma vez que as precipitações ocorridas apenas nos dias de coletas podem ser consideradas insuficientes para avaliar sua interferência.

3.6 METODOLOGIAS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Para realização da coleta da água foram realizadas visitas aos locais das investigações, isto é, nos pontos onde foram efetuadas as coletas das amostras.

As amostras foram preservadas de acordo com o Guia Técnico de Coleta de Amostras – CETESB. Os frascos utilizados para coleta eram identificados e o respectivo ponto anotado para fácil reconhecimento no laboratório. Os pontos de monitoramento foram georreferenciados com auxílio do Sistema de Posicionamento

Global - GPS. Todo o material utilizado em campo foi separado e conferido dias antes a fim de evitar não conformidades no momento da amostragem (Figura 14).

Figura 14 - Material utilizado em campo para coleta de água.



Fonte: do próprio autor

3.7 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

As amostras foram analisadas no laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP) no máximo 24 horas após a coleta. Foram feitas análises das condições físicas, químicas e biológicas das amostras, utilizando-se o Índice de Qualidade de água - IQA, com base nos Métodos para as Análises de Águas Potáveis e Residuárias – Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WPCF, 1998) para os seguintes parâmetros:

Parâmetros físicos: Turbidez (uT) e Temperatura (°C);

Parâmetros químicos: pH, Nitrogênio Total (mg/L), Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$), Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/L), Oxigênio Dissolvido OD (mg/L), Sólidos Totais (mg/L); e

Parâmetros biológicos: Coliforme Termo tolerante (NMP/100 ml).

A Tabela 5 apresenta a síntese da metodologia utilizada para a determinação de cada parâmetro analisado.

Tabela 5 - Síntese das metodologias, equipamentos e precisão nas análises de qualidade de água.

PARÂMETROS	UNIDADE DE MEDIDA	MÉTODOS	PRECISÕES	EQUIPAMENTOS
Turbidez	NTU	Nefelométrico	0,01	Turbidímetro/Hach/2100NA v1.2
Temperatura	°C	Elétrico		Termômetro portátil
pH	-	Elétrico	0,01	pHmetro de membrana/Hanna/HI8314
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	Digestão por Ácido Persulfato e Espectrofotométrico	0,01	Espectrofotômetro Odyssey/Hach/DR-2500
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	Digestão por Ácido Persulfato e Espectrofotométrico	0,1	Espectrofotômetro Odyssey/Hach/DR-2500
DBO	mg.L ⁻¹	Método das Diluições, Incubado a 20°C, 5 dias	0,1	Pipetas de 2 ml, garrafas de Van Dorn e Titulador
OD	mg.L ⁻¹	Método de Winkler Modificado	0,1	Titulador
Sólidos totais Sólidos suspensos	mg.L ⁻¹	Gravimétrico	1,0	Cápsula de Porcelana Disco de microfibras de vidro/Sartorius Balança eletrônica de precisão de 0,1 µg/Bel Mark/ U210A Estufa/Marconi/MA033 / temp.120°C Dissecador/Pyrex/200 mm
Coliformes fecais	NMP/100 ml de amostra	Contagem de bactérias	100 col/100 ml	Procedimento de análise, Kit microbiológico – Sartorius.

Os principais equipamentos citados na Tabela 5 podem ser observados nas Figuras 15 a 25, mostradas a seguir.

Figura 15 – Estufa de secagem e esterilização



Figura 5 – Forno



Figura 17 - Dissecador



Figura 18 – Banho Maria



Figura 19 - Balança



Figura 6 – Peagâmetro



Figura 21 – Turbidímetro



Figura 22 – COD reator



Figura 23 – Espectrofotômetro



Figura 24 – Estufa de cultura



Figura 25 – Estufa DBO



Fonte: do próprio autor

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para interpretação dos dados qualitativos dos recursos hídricos, foram realizadas análises estatísticas descritivas e de figuras representativas com auxílio do programa computacional Microsoft Excel 2010.

A análise exploratória dos dados foi realizada nos cinco pontos, com o objetivo de se conhecer as características e o comportamento das amostras para os períodos seco e chuvoso.

3.9 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL

Como parte do procedimento metodológico foram utilizados questionários socioeconômicos e ambientais com base em Machado (1982), Colodro et al. (1991)

e Martins et al. (2011) que contém com 27 questões, contendo quadros com alternativas diversas de respostas, que foram respondidas pelos moradores do entorno do córrego, na parte urbana da cidade. Foram aplicadas 12 das 27 questões propostas no questionários socioeconômico e ambiental (questões número 1, 2, 3, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24 e 27), que eram as que enquadravam com a situação dos moradores da área urbana, visto que os responsáveis pelas propriedades rurais (proprietários e administradores) não quiseram colaborar com a pesquisa. O questionário procurou obter aspectos socioeconômicos da população, fontes pontuais de poluição por esgotos, uso da água do córrego e a percepção dos proprietários, quanto aos problemas de degradação ambiental (Ver anexo I).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA

As tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 mostram os resultados obtidos nas análises laboratoriais de qualidade da água da Microbacia Hidrográfica do Córrego da Aldeia e os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para cada parâmetro (temperatura, oxigênio dissolvido, DBO, turbidez, pH, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total e coliformes fecais) nos cinco pontos de amostragens ao longo do perfil longitudinal do córrego durante o período de um ano.

Tabela 6 - Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1) – Fernandópolis/SP.

MESES	T°C	OD	DBO	Turbidez	pH	Sólidos	P	N	Col. Fec.
SETEMBRO	25	8,52	0	25,4	7,1	140	0,01	1,2	100
OUTUBRO	25	8,12	0	30,6	7,15	150	0,02	1,6	100
NOVEMBRO	28	9,1	0	35,6	6,92	210	0,02	1,2	200
DESEMBRO	28	8,92	1	44,2	6,64	190	0,02	1,9	300
JANEIRO	28	8,42	1	49,8	6,41	185	0,02	1,8	200
FEVEREIRO	26	9,12	1	46,1	6,77	150	0,02	0,9	200
MARÇO	26	9,75	0	35	7,12	130	0,01	0,9	200
ABRIL	25	8,24	0	25,2	7,46	90	0,01	0,8	100
MAIO	22	8,02	0	19,8	7,66	170	0,01	1,2	100
JUNHO	22	6,2	0	22	7,81	150	0,01	1,6	100
JULHO	22	6,12	0	31,6	7,73	100	0,01	1,4	100
AGOSTO	23	5,83	0	16,4	7,29	90	0,01	1,4	100
CONAMA 357/05	*	>5,0 (mg/L)	<5,0 (mg/L)	≤100,0 (NTU)	6,0 a 9,0	<500 (mg/L)	<0,050 (mg/L)	*	<1000/ 100ml

Tabela 7 - Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2) – Fernandópolis/SP.

MESES	T°C	OD	DBO	Turbidez	pH	Sólidos	P	N	Col. Fec.
SETEMBRO	25	7,82	0	10,6	7,18	130	0,02	1,7	100
OUTUBRO	25	7,73	0	12,2	7,43	120	0,02	1,6	200
NOVEMBRO	25	8,12	0	14,1	7,12	150	0,01	1,2	100
DESEMBRO	26	8,51	1	30,5	6,94	200	0,01	2,5	200
JANEIRO	28	8,92	0	40,2	6,82	210	0,01	3,1	300
FEVEREIRO	28	7,93	0	40,6	6,62	190	0,01	2,7	300
MARÇO	26	9,22	0	30,8	6,98	90	0,01	2,2	100
ABRIL	25	8,56	1	18	8,12	60	0,01	1,6	100
MAIO	24	8,01	0	15,6	7,81	160	0,01	1,8	100
JUNHO	22	7,72	0	14,2	7,73	120	0,02	0,9	100
JULHO	22	7,12	0	12,9	7,14	80	0,01	1,6	100
AGOSTO	22	6,91	0	10,6	7,02	70	0,01	1,3	100
CONAMA 357/05	*	>5,0 (mg/L)	<5,0 (mg/L)	≤100,0 (NTU)	6,0 a 9,0	<500 (mg/L)	<0,050 (mg/L)	*	<1000/ 100ml

Tabela 8 - Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 no Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3) – Fernandópolis/SP.

MESES	T°C	OD	DBO	Turbidez	pH	Sólidos	P	N	Col. Fec.
SETEMBRO	25	4,72	7	84,5	7,23	210	0,07	3,9	400
OUTUBRO	25	4,78	6	72,5	7,39	240	0,09	5,6	400
NOVEMBRO	26	5,17	4	91,8	7,08	260	0,07	4,4	300
DESEMBRO	28	6,12	2	105,2	7,06	1160	0,04	1,6	300
JANEIRO	28	6,92	2	102,3	6,72	1280	0,04	2,6	200
FEVEREIRO	27	5,56	4	122,5	6,86	1350	0,04	2,3	100
MARÇO	27	4,89	5	131,5	6,51	1290	0,08	2,4	100
ABRIL	26	3,98	6	80,2	7,54	260	0,06	2,3	300
MAIO	25	3,46	7	62,6	7,22	190	0,08	2,2	200
JUNHO	23	3,54	6	71,2	7,46	150	0,12	2,1	100
JULHO	23	3,19	6	58,6	7,61	180	0,09	1,9	100
AGOSTO	24	4,12	6	62,6	7,22	170	0,06	2,3	100
CONAMA	*	>5,0	<5,0	≤100,0	6,0 a	<500	<0,050	*	<1000/ 100ml
357/05		(mg/L)	(mg/L)	(NTU)	9,0	(mg/L)	(mg/L)		

Tabela 9 - Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 no Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4) – Fernandópolis/SP.

MESES	T°C	OD	DBO	Turbidez	pH	Sólidos	P	N	Col. Fec.
SETEMBRO	25	5,51	4	80,2	7,62	160	0,04	2,1	400
OUTUBRO	25	5,42	4	69,6	7,44	200	0,04	3,5	400
NOVEMBRO	26	6,22	3	87,6	7,61	220	0,03	3,1	100
DESEMBRO	28	7,18	1	101,7	7,43	960	0,01	0,6	100
JANEIRO	28	7,96	1	98,4	6,81	1020	0,01	1,8	100
FEVEREIRO	28	6,05	2	112,1	6,94	1090	0,01	1,5	200
MARÇO	27	5,63	2	118,2	6,74	1030	0,03	1,4	200
ABRIL	25	5,28	4	76,2	7,41	220	0,03	1,8	200
MAIO	25	5,12	4	56,8	7,23	170	0,03	1,3	100
JUNHO	23	5,24	3	66,9	7,42	120	0,04	0,9	100
JULHO	23	5,05	3	53,2	7,39	160	0,04	0,8	100
AGOSTO	24	6,18	3	59,3	7,12	150	0,02	1,1	100
CONAMA	*	>5,0	<5,0	≤100,0	6,0 a	<500	<0,050	*	<1000/ 100ml
357/05		(mg/L)	(mg/L)	(NTU)	9,0	(mg/L)	(mg/L)		

Tabela 10 - Resultados das análises laboratoriais e padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, no período de setembro/2013 a agosto/2014 na foz do Córrego da Aldeia (P5) – Fernandópolis/SP.

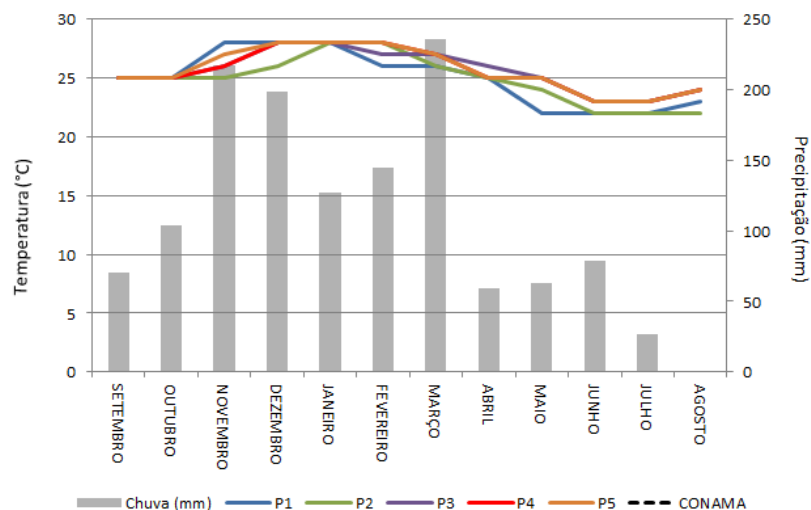
MESES	T°C	OD	DBO	Turbidez	pH	Sólidos	P	N	Col. Fec.
SETEMBRO	25	6,33	2	60,8	7,66	130	0,03	1,9	300
OUTUBRO	25	6,27	2	61,6	7,51	180	0,03	3,3	300
NOVEMBRO	27	7,45	1	69,2	7,63	190	0,03	2,8	100
DESEMBRO	28	8,04	1	90,8	7,39	700	0,01	0,4	200
JANEIRO	28	8,89	1	80,7	7,03	920	0,01	1,5	100
FEVEREIRO	28	7,62	1	101,3	7,08	880	0,01	1,2	200
MARÇO	27	6,29	1	104,6	6,77	850	0,01	1,1	200
ABRIL	25	6,14	2	65,1	7,29	190	0,02	1,6	100
MAIO	25	5,99	2	49,6	7,28	140	0,02	1	100
JUNHO	23	5,91	1	58,8	7,31	90	0,03	0,6	100
JULHO	23	6,22	1	46,9	7,48	110	0,02	0,6	100
AGOSTO	24	7,22	1	50,3	7,18	120	0,01	0,9	100
CONAMA 357/05	*	>5,0 (mg/L)	<5,0 (mg/L)	≤100,0 (NTU)	6,0 a 9,0	<500 (mg/L)	<0,050 (mg/L)	*	<1000/ 100ml

4.1.1 Temperatura

A temperatura é um parâmetro muito importante a ser considerado, já que esta variável pode influenciar significativamente parâmetros como pH e oxigênio dissolvido. As elevações da temperatura aumentam as taxas das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência dos mesmos, o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis.

A Figura 26 ilustra os resultados obtidos nas análises de temperatura da água, onde se observam variações significativas durante as estações do ano.

Figura 26 - Valores de temperatura (°C) no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



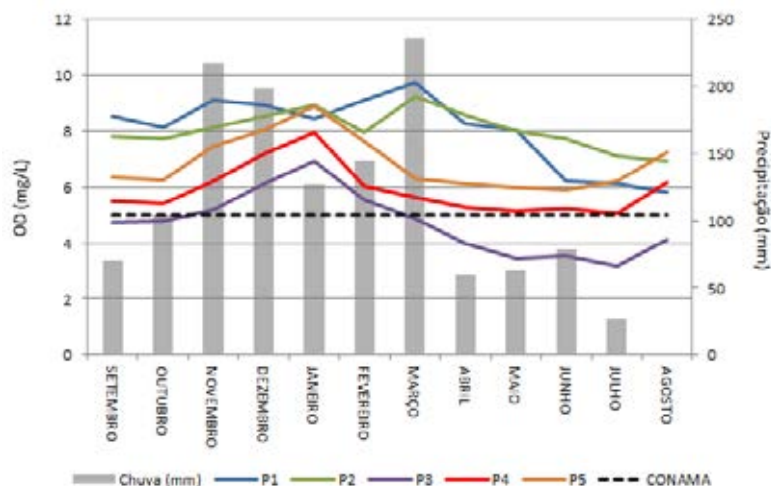
Pelo gráfico podemos observar que as temperaturas variaram pouco entre os 5 pontos, sendo que nas estações mais quentes do ano e de maior precipitação as temperaturas oscilaram entre 25 e 28°C, já nas estações mais frias e de menor precipitação as temperaturas oscilaram entre 22 e 25°C. Os menores valores de temperatura foram observados na nascente do córrego (P1) que registrou 22°C nos meses de maio, junho e julho/2014. No mês de janeiro/2014 todos os pontos registraram 28°C. Podemos concluir assim que as variações mais bruscas de temperatura se deram devido à temperatura ambiente, lembrando que por se tratar de uma região quente os valores não ajudaram muito no cálculo do IQA, pois quanto menor a temperatura da água melhor será o parâmetro “qi” contido nos cálculos do IQA.

4.1.2 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é indispensável à sobrevivência dos organismos aeróbios. A decomposição da matéria orgânica pelas bactérias aeróbias é acompanhada pelo consumo do oxigênio dissolvido da água e, dependendo desta quantidade, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores baixos, ou mesmo zero, extinguindo-se todos os organismos aquáticos aeróbios.

A Figura 27 ilustra os resultados obtidos nas análises de OD, onde são visíveis as alterações entre os períodos de seca e chuva.

Figura 27 - Valores de oxigênio dissolvido no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar que a grande maioria tiveram valores acima do estabelecido na Resolução CONAMA 357/05, ou seja, não inferior a 5,00 mg/L, com exceção do ponto 3 que apresentou 8 valores abaixo do estabelecido pela Resolução.

É possível verificar que no período chuvoso os valores obtidos de OD foram maiores do que no período seco. As concentrações de OD na massa líquida nas áreas estudadas variaram de 3,19 mg/L no ponto 3 em julho/2014 a 9,75 mg/L no ponto 1 em março/2014. O ponto 3 foi o único que apresentou valores em não concordância com os valores de referência da Resolução CONAMA 357/2005, talvez pelo fato desse ponto estar localizado próximo à área urbana, podendo receber contribuição de matéria orgânica próximo ao local e também por se tratar de uma área de confinamento de bovinos e equinos.

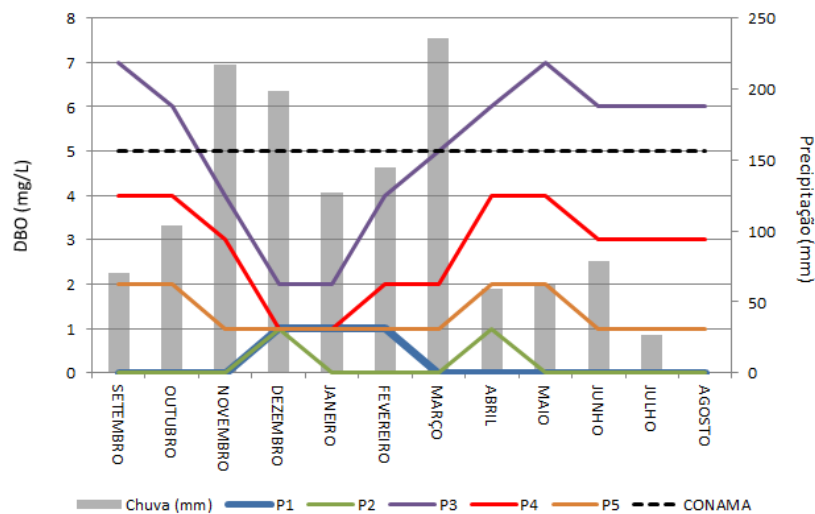
Observando os resultados dos pontos 4 e 5 que estão à jusante do ponto 3, percebe-se um processo de autodepuração no percurso do Córrego da Aldeia, sendo que todos os valores de OD aumentam do ponto 3 para o ponto 4 e do ponto 4 para o ponto 5.

4.1.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A DBO é uma variável muito importante para se avaliar a qualidade das águas e indicar lançamento de efluentes. Ela representa o quanto é necessário de oxigênio para depurar a matéria orgânica presente nas águas.

A Figura 28 ilustra os resultados obtidos nas análises de DBO, onde podemos observar alterações de valores entre os pontos analisados e entre as estações de chuva e de seca.

Figura 28 - Valores de DBO no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar que os pontos 1, 2, 4 e 5 estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, cujo valor máximo é 5mg/L. Com relação ao ponto 3, os resultados estão em desconformidade com a Resolução, uma vez que o mesmo está localizado próximo a área urbana e recebe contribuição de matéria orgânica próximo ao local e também por se tratar de uma área de confinamento de bovinos e equinos.

Os menores valores de DBO foram encontrados nas nascentes do córrego. A nascente P1 registrou por nove meses o valor de 0mg/L enquanto a nascente P2 registrou por dez meses o mesmo valor. Os maiores valores foram encontrados no

P3 que em dois meses registrou o valor de 7mg/L e obteve uma média de 5,08 durante os doze meses de análises.

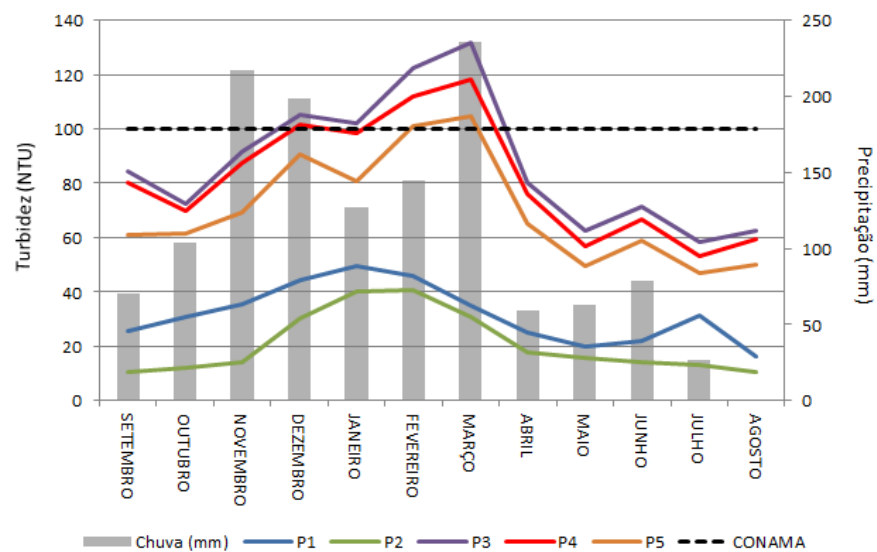
Observando os resultados dos pontos 4 e 5 que estão à jusante do ponto 3, percebe-se um processo de autodepuração no percurso do Córrego da Aldeia, sendo que todos os valores de DBO diminuem do ponto 3 para o ponto 4 e diminuem ou se mantêm iguais do ponto 4 para o ponto 5.

4.1.4 Turbidez

A principal consequência da alta turbidez num corpo d'água é a redução da penetração de luz solar, prejudicando a oxigenação do meio. A turbidez das águas pode ser apontada por diversas causas, como: presença de matérias sólidas em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, organismos microscópicos e até mesmo algas.

A Figura 29 ilustra os resultados obtidos nas análises de turbidez, onde podemos observar alterações significativas de valores entre os pontos analisados e entre as estações de chuva e de seca.

Figura 29 - Valores de turbidez no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar as variações sazonais ao longo do período de coletas, com valores mínimos registrados no período de estiagens (entre os meses de abril a outubro), e máximos, no período das chuvas (novembro a março).

Nas nascentes (P1 e P2) também foi encontrado valores de turbidez, principalmente no período chuvoso.

Dentre os fatores que favoreceram o aumento da turbidez nos pontos 3, 4 e 5 estão o uso inadequado do solo, as práticas agrícolas e a pecuária intensiva e principalmente a falta de mata ciliar que faz com que solos carregados de áreas agrícolas e materiais sólidos oriundos das águas pluviais da cidade adentrem as águas do córrego.

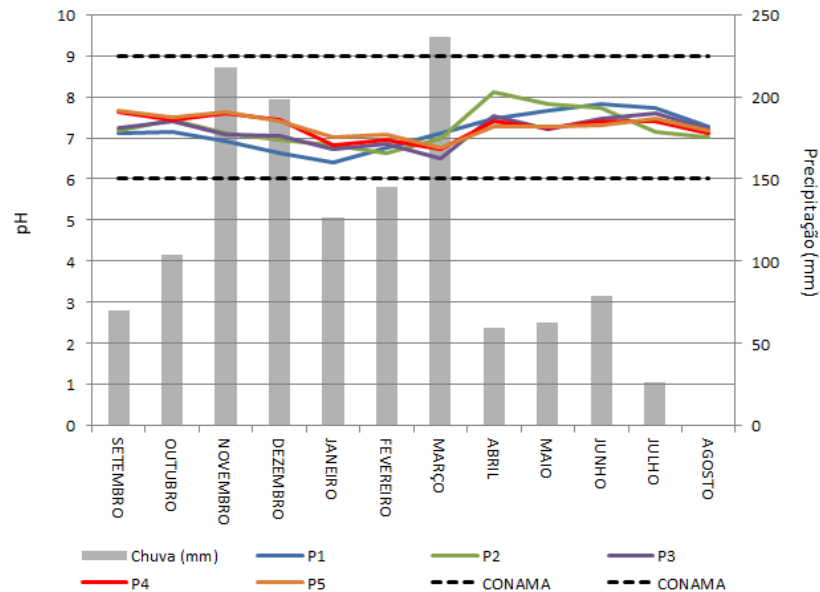
A turbidez permaneceu dentro do valor máximo permitido pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 100 NTU, na maior parte do tempo analisado. No ponto 3, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março este parâmetro chegou a 105, 102, 122 e 131 NTU, respectivamente. No ponto 4 nos meses de dezembro, fevereiro e março este parâmetro chegou a 101, 112 e 118 NTU, respectivamente. No ponto 5 nos meses de fevereiro e março este parâmetro chegou a 101 e 104 NTU, respectivamente, mostrando a fragilidade e a exposição dos córregos pela falta de mata ciliar.

4.1.5 Potencial Hidrogeniônico – pH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio na água, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A maioria dos corpos d'água continentais tem uma variação de pH entre 6 e 8 sendo que os principais responsáveis pela alteração do pH são os sólidos e gases dissolvidos (VON SPERLING, 2005).

A Figura 30 ilustra os resultados obtidos nas análises de pH, onde podemos observar algumas alterações de valores entre os períodos de chuva e de seca.

Figura 7 - Valores de pH no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar que todos os pontos analisados estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que é entre 6 e 9.

Os maiores valores de pH foram registrados no período de estiagem (entre os meses de abril a outubro), e os menores no período das chuvas (novembro a março) em todos os pontos analisados.

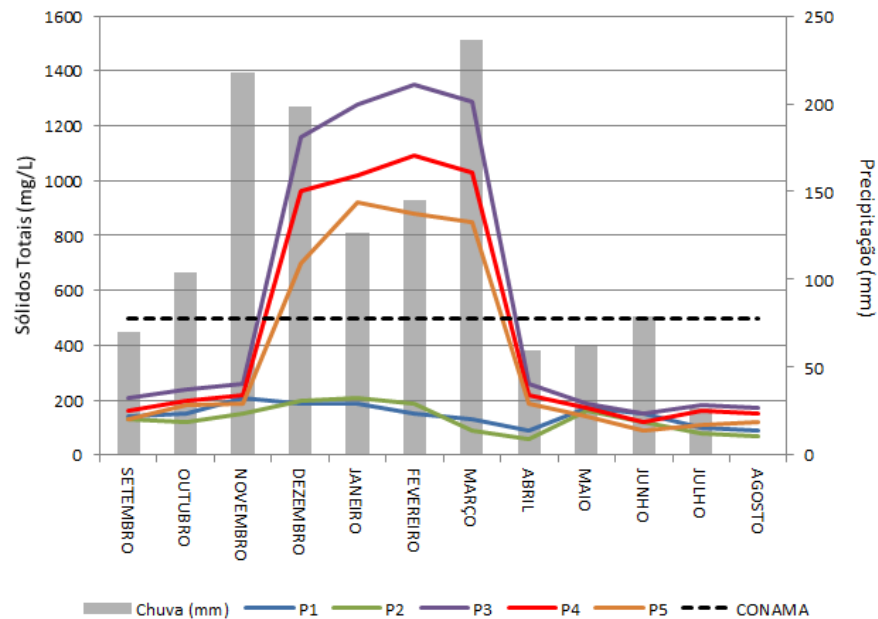
O valor mínimo de pH foi observado no Ponto 1, com 6,41 em janeiro/ 2014 e o valor máximo no ponto 2, com 8,12 em abril/2014.

4.1.6 Sólidos totais

A variação da concentração de sólidos totais pode ser indício da má conservação do solo, ausência de mata ciliar e pastagens degradadas, o que favorece o transporte de materiais sólidos e detritos orgânicos para o leito dos rios e córregos, principalmente nos períodos chuvosos.

A Figura 31 ilustra os resultados obtidos nas análises de sólidos totais, onde podemos observar significativas alterações de valores entre as nascentes e os demais pontos e entre os períodos de chuva e de estiagem nos pontos 3,4 e 5.

Figura 31 - Valores de sólidos totais no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar que durante o período de chuva os pontos 3, 4 e 5 tiveram vários valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 que é de 500 mg/L, evidenciando o excesso de matéria sólida transportada aos rios por movimentação de terra na bacia causada pela erosão, em consequência da perda da mata ciliar. Nas nascentes todos os valores encontrados estavam em conformidade com a Resolução.

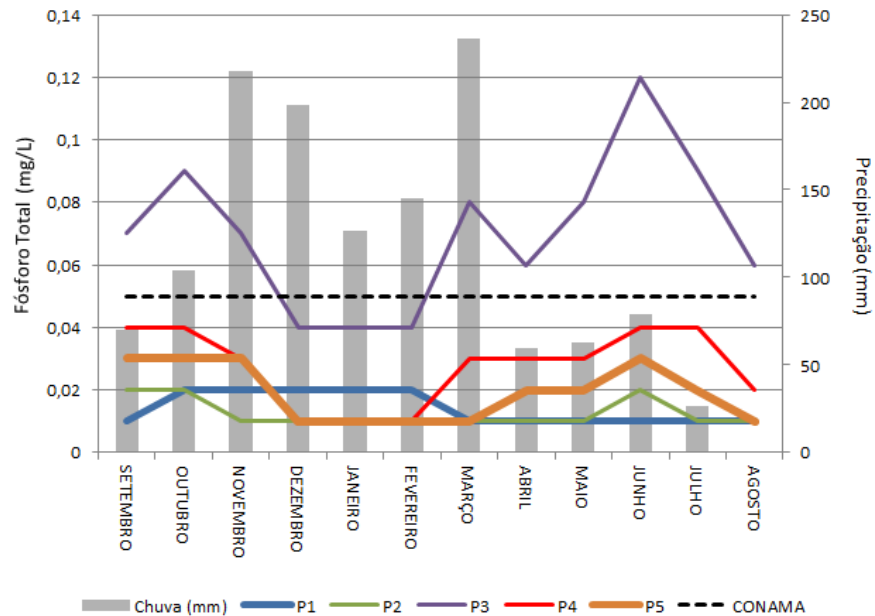
No ponto 3 o maior valor encontrado foi de 1350mg/L, no ponto 4 o maior valor encontrado foi de 1090mg/L e no ponto 5 o maior valor encontrado foi de 920mg/L.

4.1.7 Fósforo total

O fósforo total é considerado um dos melhores indicadores do lançamento de nutrientes em cursos de água, que em altas concentrações são responsáveis pelo processo de eutrofização do corpo d'água (CHERNICHARO, 2001).

A Figura 32 ilustra os resultados obtidos nas análises de fósforo total, onde podemos observar significativas alterações de valores do ponto 3 para os demais pontos.

Figura 32 - Valores de fósforo total no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



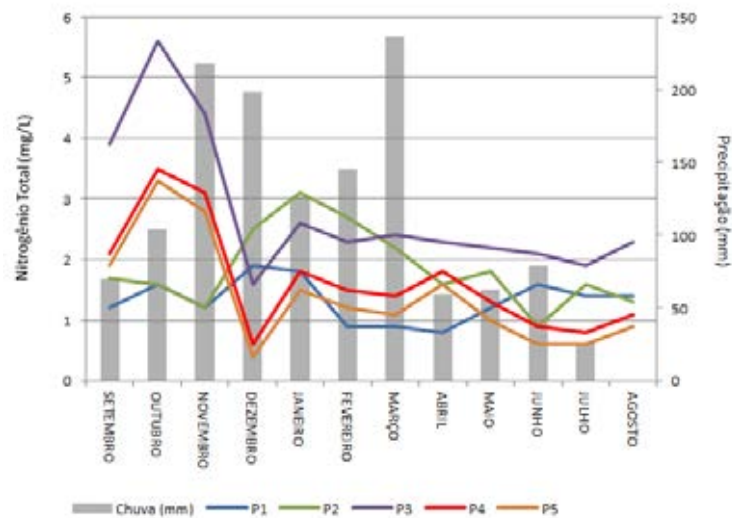
Pelo gráfico podemos observar que todos os valores dos pontos 1,2,4 e 5 estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que é de 0,05mg/L. O ponto 3 apresenta 9 valores em desconformidade com a Resolução, sendo que o maior deles é de 0,012mg/L em junho/2014, talvez pelo fato desse ponto estar próximo a área urbana, além de ser uma área de confinamento de bovinos e equinos.

4.1.8 Nitrogênio total

Assim como o fósforo, o nitrogênio também é um ótimo indicador do lançamento de elevadas concentrações de nutrientes em cursos de água.

A Figura 33 ilustra os resultados obtidos nas análises de nitrogênio total, onde podemos observar os maiores valores no ponto 3.

Figura 33 - Valores de nitrogênio total no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar que as concentrações de Nitrogênio Total ao longo da série analisada nos pontos de amostragem variaram pouco tanto no período de chuvas como no período de seca, com exceção do ponto 3 que registrou valores mais elevados.

Os valores de nitrogênio total entre os pontos 1, 2, 4 e 5 tiveram pouca variação tendo seu menor valor no ponto 5 em dezembro/2013 com 0,4mg/L e seu maior valor no ponto 4 em outubro/2013 com 3,5mg/L.

No ponto 3 as concentrações de nitrogênio foram mais altas tendo seus maiores valores em setembro/2013 com 3,9mg/L, em outubro/2013 com 5,6mg/L e em novembro/2013 com 4,4mg/L. Estes números também pode estar relacionados com o fato do ponto 3 estar próximo a área urbana e receber contribuição de matéria orgânica no local e também por ser uma área de confinamento de bovinos e equinos.

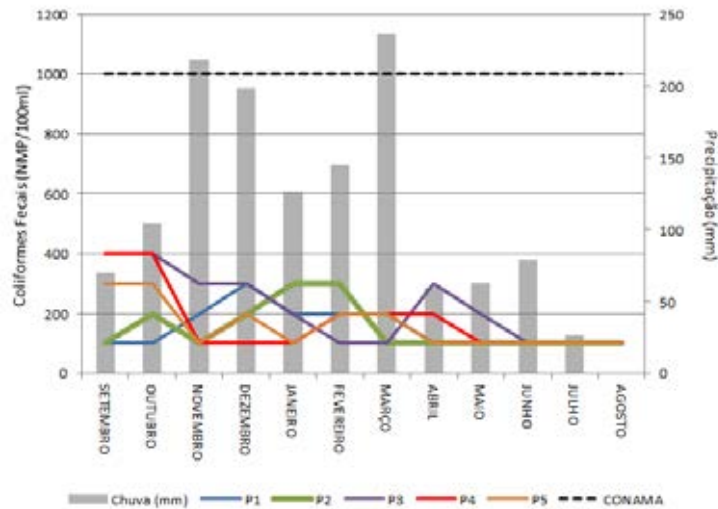
Embora fossem encontradas altas concentrações de nitrogênio e fósforo na água no ponto 3 não houve processo de eutrofização no local.

4.1.9 Coliformes fecais

Os resultados de coliformes termotolerantes são de extrema importância, pois refletem a descarga de dejetos de animais de sangue quente nos corpos hídricos, sugerindo a poluição por esgoto doméstico ou dejetos de animais.

A Figura 34 ilustra os resultados obtidos nas análises de coliformes fecais.

Figura 34 - Valores de coliformes fecais no Córrego da Aldeia – setembro/2013 a agosto/2014.



Pelo gráfico podemos observar a presença de coliformes em todos os pontos de amostragem, apresentando picos de variação de acordo com o período sazonal, com maiores concentrações no período chuvoso. Todos os valores estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que é de 1000 NMP/100 mL⁻¹.

Os maiores valores foram encontrados nos pontos 3 e 4 nos meses de setembro e outubro/2013 com 400 NMP/100 mL⁻¹ que são os pontos mais próximos a área urbana do córrego e estão sujeitos a receber matéria orgânica proveniente de esgotos clandestinos e dejetos de animais que convivem no entorno. Nos meses de junho, julho e agosto/2014 todos os pontos registraram 100 NMP/100 mL⁻¹.

As nascentes P1 e P2 apresentaram menores médias para as doze análises, que foi de 150 NMP/100 mL⁻¹. O ponto 3 apresentou a maior média que foi de 216,6 NMP/100 mL⁻¹ e este é justamente o ponto mais próximo a área urbana, o ponto 4 apresentou média de 175 NMP/100 mL⁻¹ e o ponto 5 apresentou média de 158,3 NMP/100 mL⁻¹.

4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA

A partir de resultados obtidos na avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos, foi determinado o Índice de Qualidade da Água (IQA), cujos resultados encontram-se na Tabela 11, que sintetiza os valores médios e os perfis mensais dos

índices de qualidade da água durante o período de monitoramento. A avaliação da qualidade da água através de índices de qualidade permitiu uma análise global da situação encontrada em um corpo hídrico.

Tabela 11 - Índice de Qualidade da água (IQA) para os cinco pontos analisados entre o mês de setembro/2013 a agosto/2014.

MESES	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5
SETEMBRO	56	57	43	47	50
OUTUBRO	55	56	43	46	49
NOVEMBRO	52	57	44	48	50
DESEMBRO	48	51	42	46	46
JANEIRO	47	50	41	45	47
FEVEREIRO	51	49	42	43	44
MARÇO	54	55	39	42	44
ABRIL	57	54	44	47	51
MAIO	57	56	45	50	52
JUNHO	57	58	48	52	54
JULHO	53	58	48	52	55
AGOSTO	58	59	48	51	54

Legenda: BOA REGULAR

Durante o período de amostragem, a qualidade da água variou entre “regular” e “boa”. Os Pontos 1 e 2, que correspondem as nascentes do Córrego da Aldeia apresentaram IQA médio “bom” e os Pontos 3, 4 e 5, que se encontram durante o perfil longitudinal do córrego apresentaram IQA médio “regular”.

Nos meses de maio, junho, julho e agosto a média do IQA foi “boa” e os demais meses ficaram com a média do IQA “regular”.

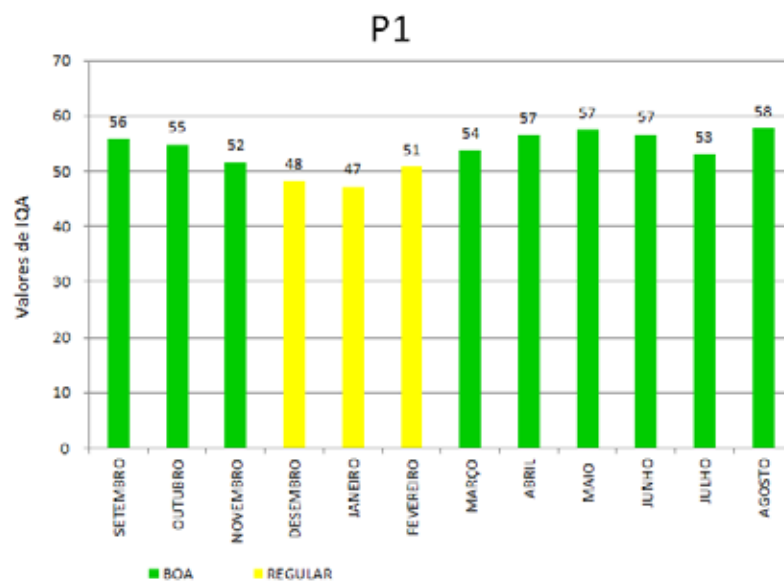
As menores médias de IQA se deram nos meses de janeiro e fevereiro/2014 com o valor de 46 e as maiores médias se deram nos meses de junho e agosto/2014 com o valor de 54.

Constata-se assim que o IQA no Córrego da Aldeia foi maior durante o período de seca e menor durante o período das chuvas.

4.2.1 IQA da nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1)

A Figura 35 mostra os valores do IQA calculados para o Ponto 1, onde pode-se observar que os valores oscilaram sazonalmente, piorando a qualidade nos meses chuvosos.

Figura 35 - Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 1 (nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.



Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA no ponto 1, variou entre 47 e 58 com média de 54, dentro da faixa “Boa” de classificação. As exceções ficaram por conta dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro que apresentaram valores na faixa “Regular”.

Sobre esta piora de IQA nos meses chuvosos no ponto 1 podemos ressaltar o aumento da temperatura nesta época do ano e o aumento da turbidez e de sólidos totais devido ao maior carreamento de partículas de solo no período chuvoso. Os demais parâmetros encontraram em níveis estáveis e não contribuíram de forma significativa para a piora do valor de IQA no ponto 1.

A presença de materiais sólidos em suspensão, como silte e argila, matéria orgânica entre outros, pode alterar de forma significativa a turbidez da água. Assim, a elevação da turbidez nestes corpos d’água pode ser explicada pelo aumento da pluviosidade ocorrida nestes meses, fazendo com que os materiais à montante, tais como aqueles oriundos da lixiviação dos solos agricultáveis e de sedimentos do rio,

fossem carregados para a jusante do curso d'água, elevando os valores deste parâmetro.

É importante também ressaltar a falta de mata ciliar nesse ponto.

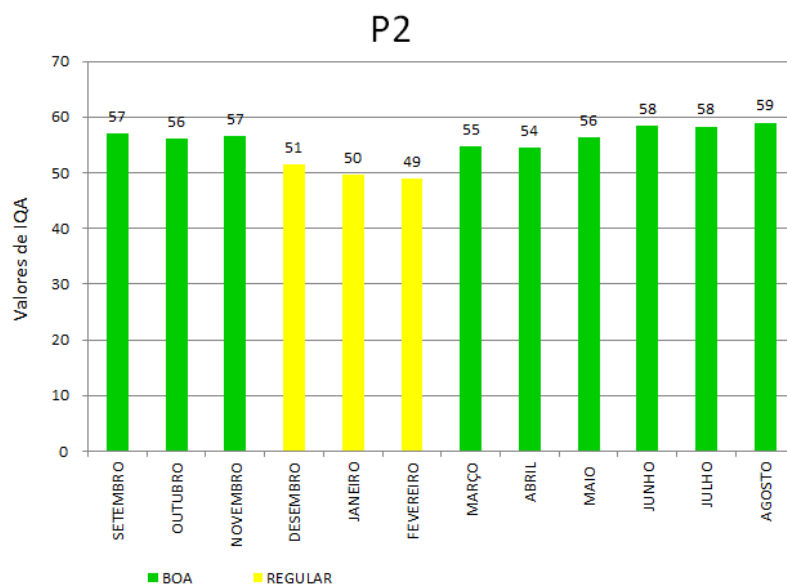
Figura 36 – Nascente do Córrego da Aldeia no bairro Jardim Araguaia (P1)



4.2.2 IQA da nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2)

A Figura 37 mostra os valores do IQA calculados para o Ponto 2, onde também pode-se observar que os valores oscilaram sazonalmente, piorando a qualidade nos meses chuvosos.

Figura 8 - Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 2 (nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.



Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA no ponto 2, variou entre 49 e 59 com média de 55, dentro da faixa “Boa” de classificação. As exceções também ficaram por conta dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro que apresentaram valores na faixa “Regular”.

Sobre esta piora de IQA nos meses chuvosos no ponto 2 também podemos ressaltar o aumento da temperatura nesta época do ano e o aumento da turbidez e de sólidos totais devido ao maior carreamento de partículas de solo no período chuvoso. Os demais parâmetros encontraram também em níveis estáveis e não contribuíram de forma significativa para a piora do valor de IQA no ponto 2.

É importante ressaltar que apesar da presença parcial de mata ciliar, a falta de curvas de nível, fez com que as partículas fossem carreadas para o ponto.

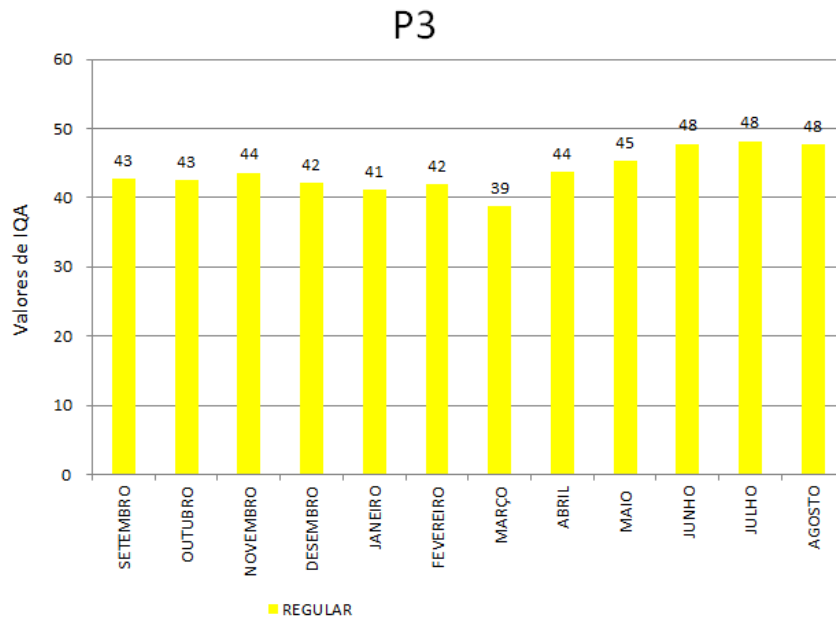
Figura 38 – Nascente do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P2).



4.2.3 IQA do Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3)

A Figura 39 mostra os valores do IQA calculados para o Ponto 3, onde os valores oscilaram sazonalmente, piorando a qualidade nos meses chuvosos.

Figura 39 - Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 3 (Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.



Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA no ponto 3 variou entre 39 e 48 com média de 44, dentro da faixa “Regular” de classificação. Foi a pior média entre os pontos analisados sendo que em todos os meses o valor de IQA esteve na faixa “Regular”.

Sobre a queda do valor de IQA neste ponto podemos ressaltar vários fatores. Primeiramente, nos meses chuvosos, tivemos o aumento da temperatura, da turbidez e de sólidos totais devido ao maior carreamento de partículas de solo no período chuvoso, visto que o menor valor de IQA foi observado no mês de março que foi o que obteve maior precipitação (236mm) . Dentre as variáveis que contribuíram para agravar os valores do índice de qualidade nas demais épocas do ano destacam-se principalmente o oxigênio dissolvido, a DBO e o fósforo total, que se apresentaram fora dos limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Estes valores podem estar relacionados com a ausência de mata ciliar e contribuição de matéria orgânica, já que o ponto está próximo à área urbana e pode receber contribuição de matéria orgânica no local além ser uma área de confinamento de bovinos e equinos.

Com a redução de oxigênio dissolvido na água ($<5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) esta se torna inviável para a sobrevivência de muitos seres vivos de vida aquática. Assim, é de

extrema importância medidas mitigadoras a fim de não comprometer a qualidade hídrica principalmente neste ponto.

O escoamento superficial pode ter contribuído para tal fato, favorecendo a entrada de contaminantes e de carga orgânica com conseqüente redução do oxigênio dissolvido.

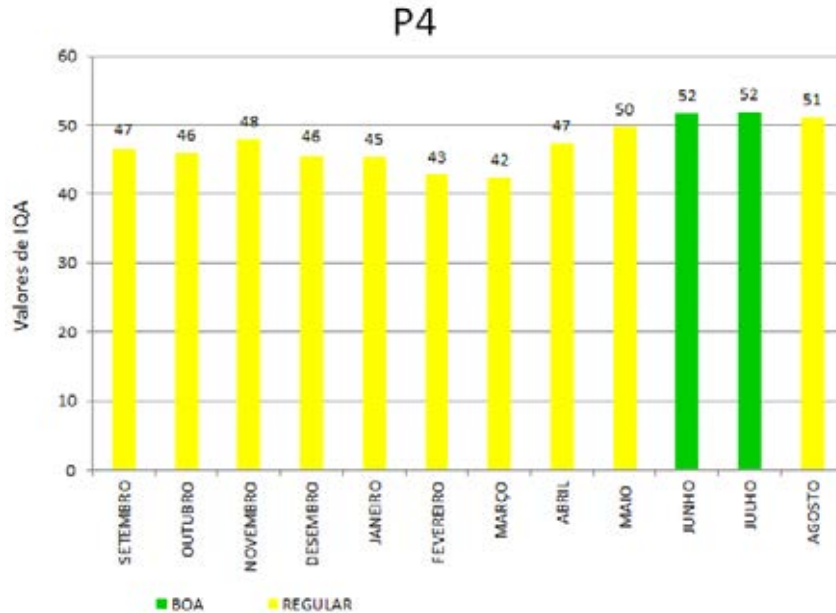
Figura 40 - Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras (P3).



4.2.4 IQA do Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4)

A Figura 41 mostra os valores do IQA calculados para o Ponto 4, onde os valores também oscilaram sazonalmente, piorando a qualidade nos meses chuvosos.

Figura 41 - Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 4 (Córrego da Aldeia na parte rural da cidade) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.



Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA no ponto 4, variou entre 42 e 52 com média de 47, dentro da faixa “Regular” de classificação. As exceções ficaram por conta dos meses de junho e julho que apresentaram valores na faixa “Boa”.

Entre os fatores que levaram a queda do valor de IQA nos meses chuvosos, temos outra vez o aumento da temperatura, da turbidez e de sólidos totais devido ao maior carreamento de partículas de solo no período chuvoso já que o local não possui mata ciliar. O menor valor de IQA também foi observado no mês de março que foi o que obteve maior precipitação (236mm).

É importante ressaltar que neste ponto tivemos um aumento na concentração de variáveis do ponto 3, como o oxigênio dissolvido, a DBO e o fósforo total, que voltaram a se apresentar dentro dos limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, verificando assim o processo de autodepuração do córrego.

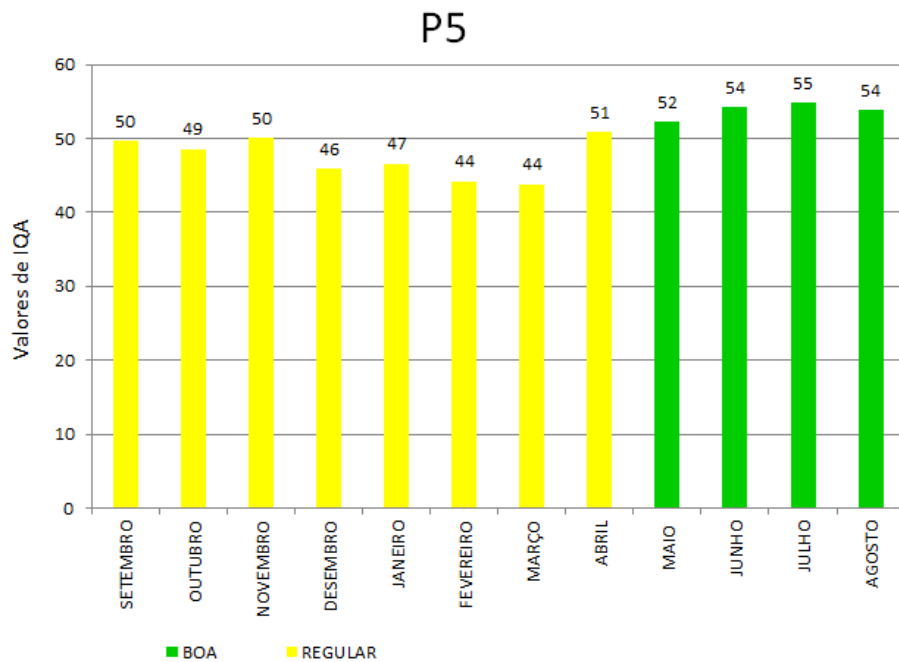
Figura 42 – Córrego da Aldeia na parte rural da cidade (P4).



4.2.5 IQA da foz do Córrego da Aldeia (P5)

A Figura 43 mostra os valores do IQA calculados para o Ponto 4, onde os valores também oscilaram sazonalmente, piorando a qualidade nos meses chuvosos.

Figura 43 - Índice de Qualidade de água (IQA) no ponto 5 (foz do Córrego da Aldeia) no período de setembro/2013 a agosto/2014 – Fernandópolis/SP.



Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA no ponto 5, variou entre 44 e 55 com média de 50, dentro da faixa “Regular” de classificação. As exceções ficaram por conta dos meses de maio, junho, julho e agosto que apresentaram valores na faixa “Boa”.

Entre os fatores que levaram a queda do valor de IQA nos meses chuvosos, tivemos outra vez o aumento da temperatura, da turbidez e de sólidos totais devido ao maior carreamento de partículas de solo no período chuvoso, mas dessa vez menor que a do ponto 4 devido ao fato dessa área possuir mata ciliar.

É importante ressaltar que neste ponto tivemos um contínuo aumento da qualidade de variáveis como o oxigênio dissolvido e DBO, que já haviam melhorado do ponto 3 para o ponto 4, verificando assim o contínuo processo de autodepuração do córrego.

Figura 44 – Foz do Córrego da Aldeia (P5).



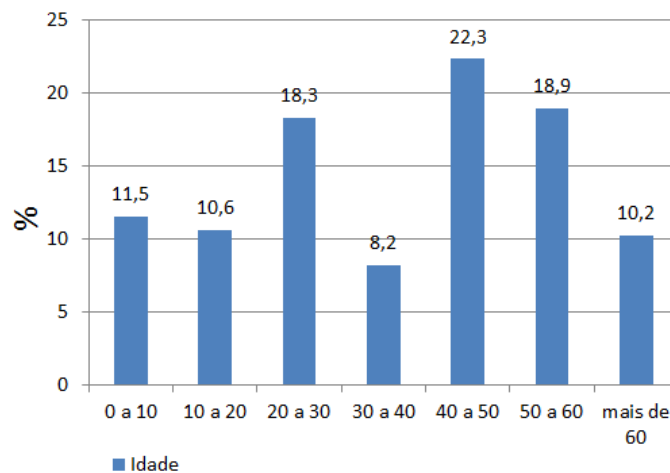
4.3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICO DOS MORADORES DO ENTORNO DO CÓRREGO

Visto que os responsáveis pelas propriedades rurais (proprietários e administradores), não quiseram colaborar com a pesquisa, a caracterização socioeconômico limitou-se aos moradores do entorno do córrego, na parte urbana da cidade. Foram aplicadas 12 das 27 questões inicialmente propostas no questionários socioeconômico e ambiental (questões número 1, 2, 3, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24 e 27), que eram as que enquadravam com a situação dos moradores da área urbana. Foram entrevistadas um total de 23 pessoas.

4.3.1 Faixa etária

Dentre os moradores entrevistados a faixa etária mais representativa foi a de 40 a 50 anos com 22,3 % do total, e a faixa menos representativa foi a de 30 a 40 anos com 8,2% do total (Figura 46).

Figura 45 - Faixa etária dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP.

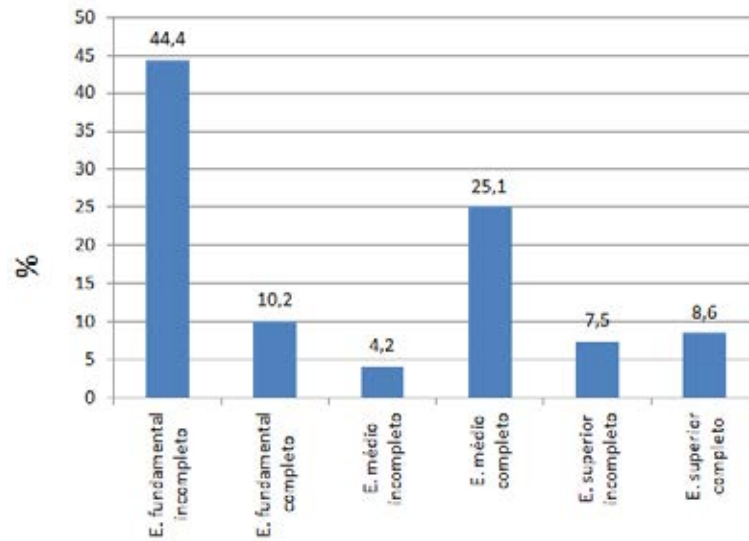


4.3.2 Nível de escolaridade

Considerando o nível de escolaridade dos moradores entrevistados, a maioria possui o ensino fundamental incompleto (44,4% do total) e a minoria possui o ensino médio incompleto (4,2% do total) (Figura 47).

Podemos perceber que, apesar de pequeno, há um número considerável de pessoas que completaram o ensino superior (8,6% do total) se tratando de uma área pobre da cidade. Isto se deve ao fácil acesso dessas pessoas as 2 faculdades da cidade e ao alto número de bolsas fornecidos por programas como PROUNI e Escola da Família.

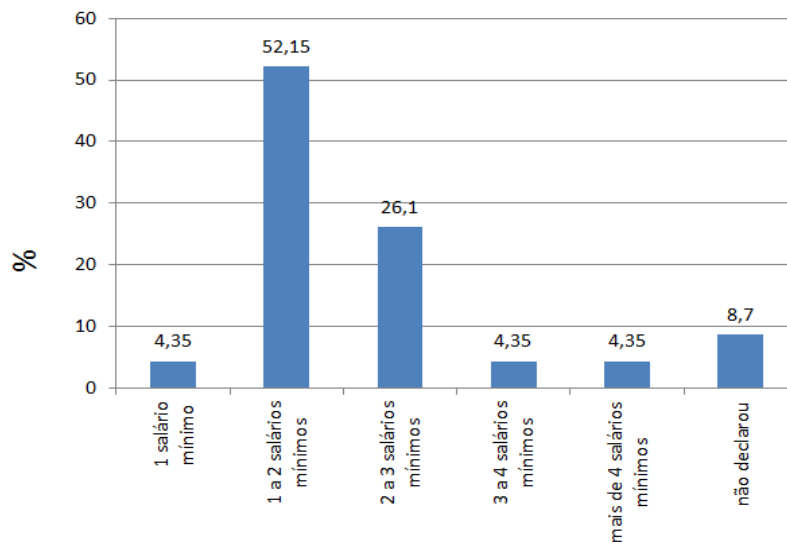
Figura 46 – Nível de escolaridade dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP.



4.3.3 Renda familiar

Considerando em primeiro lugar que se trata de uma área considerada pobre da cidade, entre os moradores entrevistados a renda familiar mais representativa foi a de 1 a 2 salários mínimos com 52,15% do total, e a faixa menos representativa foram as de 1 salário mínimo, 3 a 4 salários mínimos e mais de 4 salários mínimos com 4,35% do total (Figura 48).

Figura 47 – Renda familiar dos moradores entrevistados na parte urbana da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis/SP.



4.3.4 Fontes e uso da água

Segundo os moradores entrevistados a água utilizada nas casas é proveniente do abastecimento público (100%).

4.3.5 Destinação do esgoto

Com relação à destinação final de esgoto, 87% disseram possuir rede pública de coleta, apenas 13% dos entrevistados admitiram não possuir rede de coleta de esgoto em suas residências por não possuir acesso, sendo que todos citaram a utilização de fossas sépticas. Mas o que se vê na verdade é que estas residências estão instaladas de forma irregular (dentro da área de APP) e fazem margem ao córrego da aldeia. Visitando o local várias vezes pode-se perceber o lançamento direto de esgoto doméstico no solo ou no córrego, o que contribui para a contaminação do solo, da água e do lençol freático, promovendo a proliferação de doenças de veiculação hídrica (Figura 49). Este fato deveria ser considerado seriamente pelos órgãos gestores do meio ambiente, responsáveis por tomar as medidas cabíveis para solucionar esse problema.

Figura 48 – Lançamento de esgoto irregular no Córrego da Aldeia no bairro Residencial Alto das Paineiras – Fernandópolis/SP.



5 CONCLUSÃO

Dos 60 valores encontrados de IQA (5 pontos em 12 meses) 40% apresentaram valores classificados como “Bom”, e 60% apresentaram valores classificados como “Regular” concluindo que os recursos hídricos na Microbacia do Córrego da Aldeia estiveram mais próximos de regular do que de bom. Foram encontrados índices elevados de turbidez e sólidos totais nos períodos chuvosos ao longo do perfil longitudinal do córrego. A concentração de oxigênio dissolvido na parte do córrego mais próxima à área urbana ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 para condições de qualidade de água compatíveis com a Classe 2 em oito dos doze meses analisados, sendo que no mesmo período a taxa de DBO e de fósforo total também esteve acima do limite estabelecido pela Resolução. Esses dados nos levam a crer que existe contribuição de matéria orgânica no local, já que o ponto está próximo à área urbana além de ser uma área de confinamento de bovinos e equinos.

Os valores de IQA calculados indicaram que a qualidade das águas na nascente do Córrego da Aldeia foi classificada como boa e que sua qualidade foi diminuindo ao longo do percurso longitudinal do córrego devido às atividades antrópicas no local e a falta de mata ciliar, especialmente na parte urbana do córrego.

A microbacia apresenta diversos locais caracterizados pela ausência de manejo do solo, sendo áreas que dificilmente serão compostas por matas ciliares.

Através das análises qualitativa e quantitativa foi possível descrever a realidade da microbacia e identificar as possíveis origens da degradação ambiental, o que facilita na tomada de decisão de um planejamento estratégico.

Assim, diante do monitoramento realizado na microbacia do Córrego da Aldeia, fica evidente que a área necessita de uma atenção especial na área urbana do córrego, no bairro Residencial Alto das Paineiras.

6 RECOMENDAÇÕES

Através dos dados obtidos nas análises laboratoriais e nas informações colhidas a partir do questionário socioeconômico, foram formuladas as seguintes recomendações para melhorar as condições da Microbacia do Córrego da Aldeia:

- Eliminação dos esgotos clandestinos, fazendo com que eles se tornem parte do sistema de coleta de esgoto municipal;
- Recomposição das matas ciliares para diminuição dos processos erosivos e do carreamento de partículas;
- Adoção de medidas de educação ambiental pelo poder público envolvendo a sociedade, dando-lhes conhecimento sobre a situação do córrego e a importância de sua conservação.
- Relocação dos moradores que possuem propriedades dentro da área de APP; e
- Incentivo a denúncias de infrações ao Código Florestal;

REFERÊNCIAS

BARROS, R. V. G.; SOUZA, C. A. Qualidade do recurso hídrico do Córrego André, Mirassol D'Oeste. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 27, n. 24, p. 1-16, jun. 2012. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/images/online/Materia_1_artigos312.pdf>. Acesso em: 10 jan 2014.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice-Hall, 2004. p 256 – 275.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005. p.145 – 170.

BRANCO, S. M. **Depuração biológica das águas residuárias: hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento-CETESB, 1978. p. 416 – 420.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1986. p. 240 – 273.

BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NOGUEIRA, V. P. Q.; PORTO, M. F. A. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991. p. 124 – 146.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 742-748, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/Leagri/v25n3/28070>>. Acesso em: 6 jan 2014.

CALIJURI, M. C.; OLIVEIRA, R. Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. In: CASTRO, R. et. al. **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000. v.1, cap.1, p. 39-58.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, W. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n5/3051.pdf>>. Acesso em: 13 jan 2014.

CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.). **Pós-tratamento de efluentes anaeróbios**. Belo Horizonte: PROSAB, 2001. 544 p.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BASICO E DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE- CETESB . **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2003. p. 264. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/laboratorios/61-publicacoes-e-relatorios--relatorios-de-qualidade>>. Acesso em: 3 fev 2014.

COLODRO, G.; MORAES, M. L.; CARVALHO, S. L. Conservação de natureza e educação em algumas cidades do Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 1989, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 1991. p. 529-546.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução Conama nº 357, 17 de março de 2005. Disponível em: < www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em: 5 mar 2014.

COSTA, L. M.; MATOS, A. T. Impactos da erosão do solo em recursos hídricos. In: AMORIM, M. C. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: ABAS, 1997. p. 102.

CUELBAS, L. P.; CARVALHO, S. L. de. Avaliação da qualidade da água na microbacia do Córrego Campestre no município de Lins (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 9, n. 1, p. 14-30, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/3473/2903>>. Acesso em: 7 mar 2014.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Banco de dados pluviométricos**. São Paulo: DAEE, 2014. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br>> . Acesso em: 19 nov 2014.

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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24877.pdf>>. Acesso em: 19 mar 2014.

EIGER, S. Autodepuração dos cursos d'água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de Água**. Barueri: Manole, 2003. p. 234-235.

FRANCO, R. A. M; HERNANDEZ, F. B.T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 772-780, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a16.pdf>> . Acesso em: 28 mar 2014.

FREITAS, A. J. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. (Org.). **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e legais**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. 659 p.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E.; RIZZI, N. E. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 239-248, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes/v8n4/v8n4a03.pdf>>. Acesso em: 1 abr 2014.

HESPANHOL, K. M. H. **Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do ribeirão Morangueiro**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Katia.pdf>>. Acesso em: 26 mar 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. **Mapas e bases cartográficas**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas>> Acesso em: 8 abr 2014.

LIBÂNIO, M. Poluição e contaminação de mananciais. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005. p. 71.

LIBÂNIO, M. Características das águas naturais. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005. p. 51-53.

LIBÂNIO, M. Características das águas naturais. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005. p. 30.

LIMA, E. B. M. **Modelação integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá**. 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.poc.ufrj.br/teses/doutorado/rh/2002/teses/RONDON%20LIMA_EBN_02_t_D_est.pdf>. Acesso em: 7 maio 2014.

LIMA, W. P.; ZAKIA, J. B. **Hidrologia de Matas Ciliares**. Rio Claro: São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/mataciliar.asp>>. Acesso em: 13 maio 2014.

LOAGUE, K.; CORWIN, D. L.; ELLSWORTH, T. R. The challenge of predicting nonpoint source pollution. Indiana: **Environmental Science e Technology**, Princeton, , v. 32, n. 2, p. 130– 133, 1998.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 1995. 696 p.

MACHADO, A. B. M. Conservação da natureza e educação. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16 A, n. 1, p. 109-118, 1982.

MANOEL, L. O.; CARVALHO, S. L. Qualidade do recurso hídrico de duas nascentes na microbacia do Córrego Caçula no município de Ilha Solteira-SP. **Revista Científica ANAP Brasil**, Tupã, v. 6, n. 7, p. 10-21, 2013.

MARTINS, A. S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do rio Candeias/RO - Amazônia Ocidental**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente)- Núcleo de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2011. Disponível em: <http://www.rioterro.org.br/wp-content/uploads/2011/07/avaliacao_das_aguas_superficiais.pdf>. Acesso em: 17 mar 2014.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality In: CHAPMAN, D. **Water quality assessment**. Cambridge: University Press, 1992. 585 p.

MOLINA, P. M. **Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do Córrego Água da Bomba no Município de Regente Feijó-SP**. 2006. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

MULLER, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. Ecolatina: Belo Horizonte, 2001. 208 p.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 520 p.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 394 p.

PEIXOTO, P. P. **Bases para aproveitamento e gerenciamento de recursos hídricos na região de Dourados – MS**. 2002. 111 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

Disponível em:

<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2002/peixoto_ppp_dr_botfca.pdf>. Acesso em: 12 maio 2014.

PINHEIRO, A.; LOCATELLI, N. D. Evoluções espaciais e temporais da qualidade das águas dos mananciais superficiais da bacia do Itajaí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 71-77, 2006. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/c06d70fec6a7e3335a18c44f7e53fec5_087847a3c3527157bb5a6315b7ea72ed.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.

PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NOGUEIRA, V. P. Q.; PORTO, M. F. A. **Hidrologia ambiental**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1991. 414 p.

ROCHA, O.; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPINDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. V.; ABBDON, M. M. (Org.). **A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho**: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos: RIMA, 2000. p. 1-16.

SANDERS, T. G. **Design of network for monitoring water quality**. Highlands Ranch: Water Resources Publications, 1983. 328 p.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1978. 295 p.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. **Química Nova**. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006. ISSN 0100-4042. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30244.pdf>>. Acesso em: 29 jan 2014.

SOARES, P. F. **Projeto e análise de desempenho de redes de monitoramento da qualidade da água**. Maringá: UEM, 2003. Apostila do Programa de Mestrado da Geografia. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-18032002-121042/pt-br.php>>. Acesso em: 11 mar 2014.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v59n1/8092.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2014.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. da; BENETTI, A.; LANNA, A. E. L.; BIDONE, F. R. A. **Hidrologia**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, ABRH - Nacional, 1997. 943 p.

VASCO, A. N. **Monitoramento, análise e modelagem da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim**. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas)-Núcleo de Pós-graduação e Estudos em Recursos Naturais, Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011. Disponível em: <http://bdtd.ufs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=487>. Acesso em: 30 abr 2014.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005. 211 p.

ANEXOS

ANEXO I - LEVANTAMENTO EM CAMPO: QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO E AMBIENTAL.

PESQUISA: “DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DA ALDEIA EM FERNANDÓPOLIS-SP”

Nº do questionário: _____ Código da UPA: _____ Data do levantamento: _____

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Nome do produtor: _____

1.2 Endereço: _____

2. DADOS DA FAMÍLIA

2.1 Composição familiar atual

Nome	Parentesco	Idade	Escolaridade	Trabalha	Trabalha fora	
				nesta área	integral	parcial
TOTAL						

3. FONTE DE RENDA MONETÁRIA ATUAL DA FAMÍLIA (% DO TOTAL):

Produção agropecuária (bruta)	
Trabalho não-agrícola	
Trabalho agrícola p/ terceiros	
Arrendamento	

Aluguel	
Aposentadoria/pensão	
Outros rendimentos	
Renda Total:	

4. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO.

4.1 Nome: _____ Localização: _____

4.2 Área total: _____ há

4.3 USO DO SOLO (área)

Culturas anuais: _____ Culturas perenes: _____ Pastagens: _____

Áreas inexploradas: _____ Outras: _____

5 CRIAÇÕES ANIMAIS:

Discriminação	Quantidade	Produção	Observações

6. EXPLORAÇÃO VEGETAL

Cultura	Área / nº de pés	Produção	Observações
Laranja			
Milho			
Café			
Algodão			
Limão			
Uva			
Braquiária			
Cana forragem			
Capim napiér			
Eucalipto			

7.2. Caracterização da produção animal atual

Tecnologia e Comercialização da Produção Animal	Tecnologia							Canais de Comercialização						
	Sal mineral	Vacinas	Vermífugos	Outros prod. veterinários	Suplementação alimentar	Ração	Inseminação artificial	Rotação de pastagens	Auto consumo	Consumidor	Intermediário	Agroindústria	Cooperativa	Leilão
Bovinos														
Suínos														
Aves														

8. SÃO UTILIZADOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO CONTRA OS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS?

Sim () Não ()

9 EM CASO POSITIVO, QUAIS OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS?

10. JÁ HOUVE CASOS DE CONTAMINAÇÃO DE PESSOAS POR AGROTÓXICOS EM SUA PROPRIEDADE?

Sim () Não ()

Em caso positivo:

Nome da Pessoa	Cultura / Atividade	Produto	Problema de Saúde

Sobre o descarte das embalagens utilizadas com agrotóxicos:

Produto e Embalagem	Onde é descartada	Como é descartada

Quanto a reutilização ou reaproveitamento de embalagens de produtos químicos?

Produto e Embalagem	Finalidade da utilização

14. INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE

14.1 Benfeitorias

Discriminação	Nº
Casas de moradia	
Barracão/galpão	
Curral	
Estábulo	
Depósito/tulha	
Paiol	
Silo p/ silagem	
Poço semi-artesiano	

14.2 Máquinas e equipamentos

Discriminação	nº
Trator	
Grade aradora	

Grade niveladora
Carreta
Roçadeira
Pulverizador tratorizado
Pulverizador costal
Ensiladeira
Semeadeira tração animal
Semeadeira tr. mecânica
Colhedeira
Triturador
Carroça/carrinho
Camioneta/utilitário

15. LOCALIZAÇÃO DO BANHEIRO: dentro da casa () fora da casa ()

Ex: fossa séptica, lançadas a céu aberto..

16. QUE FONTES DE ÁGUA EXISTEM NA PROPRIEDADE?

Rio () _____

Córrego () _____

Nascente(s) () _____

Represa /Açude/Lago () _____

Poço () _____

Outras () _____

17. A ÁGUA USADA PARA ABASTECIMENTO É TRATADA?

18. ONDE É LANÇADO O ESGOTO? EXISTE ALGUM CONTATO DELE COM O RIO OU COM O LENÇOL FREÁTICO?

19. EXISTINDO MANANCIAS /CURSOS D'ÁGUA, RELATAR PRESENÇA E CONDIÇÕES DE MATAS CILIARES:

Tipo* e denominação do manancial ou curso d'água	Existência ou não de mata ciliar Ex: reserva legal ou averbada?	Características / condições da mata ciliar	Problemas de contaminação identificar produtos/agentes de contamin.

* rio, córrego, nascente, riacho, várzea, lago, etc.

20. SOBRE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO:

Fonte	Finalidade	Impactos ambientais provocados

21. SOBRE O LIXO:

21.1. O que é lixo para você, nesta propriedade:

21. 2. Sobre o lixo doméstico:

Tipo de Lixo	Destino	Observação
Orgânico		
Papel		
Vidro		
Lata		
Plástico		

22. SOBRE O USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO:

Problema	Causas	Medidas de controle	Observação
Erosão			
Voçorocas			
Assoreamento			

23. APRESENTE ASPECTOS POSITIVOS DE CADA UM DOS ITENS DA TABELA ABAIXO:

Água	Terra ou Solo	Matas Ciliares
Florestas / Bosques /Matas	Animais Silvestres	Outros: pássaros, peixes, ...

24. APRESENTE ASPECTOS NEGATIVOS DE CADA UM DOS ITENS DA TABELA ABAIXO:

Água	Terra ou Solo	Matas Ciliares
Florestas / Bosques /Matas	Animais Silvestres	Outros: pássaros, peixes

25. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Entidade prestadora	Recebe atualmente	Fins: controle de erosão; queimada; qualidade da água, descarte de embalagens, entre outros	Observações
Casa da Agricultura			
Cooperativa/Associação			
Agroindústria			
Particular			
Outra			

26. FORMAS DE ORGANIZAÇÃO

26.1 Participa de: () cooperativas () sindicatos () associações

() outros grupos/entidades? Qual? _____

26.2 Ocupa cargos atualmente: () não () sim, qual? _____

26.3 Já participou ou ocupou cargos antes? () não () sim, qual? _____

27. PROBLEMAS E PERSPECTIVAS

Quais os principais problemas enfrentados atualmente? _____

HISTÓRICO DA ÁREA

ENTREVISTADOR:

ENTREVISTADO:
