

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL DE MINAS GERAIS**
Campus Inconfidentes

PAULO JOSÉ ONETI CARVALHO

**DIAGNÓSTICO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA
DO RIO SAPUCAÍ-MIRIM**

**INCONFIDENTES-MG
2011**

PAULO JOSÉ ONETI CARVALHO

**DIAGNÓSTICO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA
DO RIO SAPUCAÍ-MIRIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Joyce Silvestre de Sousa

**INCONFIDENTES-MG
2011**

PAULO JOSÉ ONETI CARVALHO

**DIAGNÓSTICO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA
DO RIO SAPUCAÍ-MIRIM**

**Orientadora: Prof^ª. M.Sc Joyce Silvestre de Sousa
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Convidado: Prof. Odilon França de Oliveira Neto
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Convidada: Sueila Silva
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

*Aos meus pais José Mauricio de Carvalho e Ana Nery Oneti Carvalho,
meus irmãos Luiz Felipe, André Luiz e João Pedro e a minha namorada Sueila Silva.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por ter me dado forças e me guiado pelo caminho certo, me ajudando na confecção deste trabalho.

Agradeço especialmente a meu pai José Mauricio de Carvalho que fez o possível e o impossível para me manter durante os anos que passei estudando, e por sempre me apoiar e me dar forças em todos os momentos de minha vida, muito obrigado, amo você.

Agradeço a minha mãe que onde quer que ela esteja, tenho certeza de que esta me olhando, me abençoando e me dando forças para continuar e seguir meu caminho, você faz muita falta na minha vida, amo você.

Agradeço a meus irmãos Luiz Felipe, André Luiz e João Pedro por sempre estarem comigo independente do que acontecesse, mesmo com as brigas e discussões, sem vocês não sou nada, amo vocês.

Agradeço a minha vó Zoraide e meu vô Paulo por sempre estarem do meu lado e se preocuparem comigo não somente ao longo destes 3 anos, mas desde que nasci, obrigado por tudo, amo vocês.

Agradeço a minha amiga e companheira Sueila Silva por sempre estar ao meu lado me ajudando, me animando, encorajando, me dando forças para seguir em frente, brigando quando necessário e “desnecessário”, pela paciência no “interminável término” deste trabalho e por sempre acreditar em meu potencial, obrigado pela amizade, respeito, consideração e principalmente por fazer cada dia de minha vida mais feliz, eu amo você.

Agradeço a minha orientadora Joyce por propor-se a orientar-me durante a confecção deste trabalho, e pelos conselhos e sugestões, muito obrigado.

Agradeço ao senhor Wilson que dispôs a me ajudar com a maior boa vontade nas coletas de água.

Agradeço ao Eduardo e ao Odilon por me ajudarem nas coletas e principalmente nas análises laboratoriais.

Agradeço aos meus amigos Michender, Odilon e Anderson (Batata) pelas “festinhas”, bagunças e “viagens” que marcaram de certa forma minha vida, e pelos conselhos e a amizade que nunca acabará.

Agradeço a Tatine, Livia e Renata, pela amizade, por me escutar, me dar conselhos, por sempre estarem comigo nesses três anos de curso e por fazerem parte da minha vida.

Aos colegas de sala que me proporcionaram muitas “risadas” e “stress” de vez em quando, além de noites de sono perdidas e várias situações difíceis, nunca me esquecerei de vocês.

Agradeço a todos os funcionários e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- Campus Inconfidentes pela amizade e conhecimentos adquiridos ao longo destes três anos.

Um agradecimento geral para os amigos que fiz ao longo do curso, desde o pessoal da escola, a “turma da madeira” até o povo da “Portelinha”, e a todos os amigos que fizeram parte destes três anos de curso.

A minha família e a todos que, de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho e que ajudaram a realizar um grande passo na minha vida, sem vocês não sou nada.

"O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis" (Fernando Pessoa).

Não se acostume com o que não o faz feliz, revolte-se quando julgar necessário.

Alague seu coração de esperanças, mas não deixe que ele se afogue nelas.

Se achar que precisa voltar, volte!

Se perceber que precisa seguir, siga!

Se estiver tudo errado, comece novamente.

Se estiver tudo certo, continue.

Se sentir saudades, mate-a.

Se perder um amor, não se perca!

Se o achar, segure-o!

(Fernando Pessoa)

“Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar” (William Shakespeare).

RESUMO

A água é um recurso essencial para a vida humana, vegetal, animal, mineral e dos seres vivos em geral que habitam nosso planeta. A água doce é de grande valia no que diz respeito à manutenção da vida, saúde, higiene, alimentação, recreação, bem estar, economia, dentre vários outros. Porém chega a ser preocupante as ações antropogênicas para com os corpos hídricos. É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos. Tendo isso em vista desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de analisar as características físico-químicas da água do Rio Sapucaí-Mirim- MG em 3 diferentes pontos de coleta. O primeiro ponto de coleta foi na nascente (p1) na Serra da Mantiqueira perto de Santo Antônio do Pinhal - SP, o segundo (p2) em Conceição dos Ouros - MG e o terceiro em Pouso Alegre - MG. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, Temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD). As análises foram realizadas no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes. As análises dos parâmetros analisados, nos pontos desde a nascente até a foz do rio Sapucaí-Mirim, demonstram que as águas deste rio encontram-se dentro dos limites especificados pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2, com exceção do parâmetro Turbidez, no ponto 2; e Oxigênio Dissolvido, nos pontos 2 e 3. Apesar disso, os valores tenderam a demonstrar que com o curso do rio (nascente-foz) a água está piorando sua qualidade, destacando o fato do principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, o OD, apresentar-se 27,8% menor que o limite estabelecido pela legislação para rios de classe 2. Sugestiona-se que novos estudos devam ser realizados no rio Sapucaí-Mirim, principalmente no período de seca, para reforçar os resultados obtidos neste estudo e servir como monitoramento da qualidade da água deste rio, norteadas ações para recuperação deste.

Palavras-chave: Sapucaí-Mirim, parâmetros físico-químicos, qualidade da água.

ABSTRACT

Water is an essential resource for human life, vegetable, animal, mineral, and living beings in general that inhabit our planet. Fresh water is of great value with respect to the maintenance of life, health, hygiene, food, recreation, welfare, and economics, among several others. On the other hand anthropogenic actions upon the bodies of water cause concern. It is essential that the water resources are in physicochemical conditions suitable for the use of living beings and should contain substances that are essential to life and be free of other substances that can produce harmful effects to the organisms. With this in view this study was conducted with the objective of analyzing the physical and chemical characteristics of the water of the Sapucaí-Mirim River in Minas Gerais, Brazil. It was done in 3 different collection points. The first point of collection was at the source (p1) in the Mountains of the Serra da Mantiqueira close to Santo Antônio do Pinhal - SP, the second (p2) in Conceição dos Ouros - MG and the third at Pouso Alegre, MG. The physicochemical parameters were analyzed: pH, Turbidity, Electrical Conductivity, Total Dissolved Solids, Temperature and Dissolved Oxygen (DO). The analyses were performed in the laboratory of the Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes. The analyses of the examined parameters, in the points from the source to the mouth of the Sapucaí-Mirim River, demonstrate that the waters of this river are within the limits specified by CONAMA Resolution 357/2005 for rivers of class 2, with the exception of the parameter Turbidity, in point 2; and Dissolved Oxygen, in points 2 and 3. In spite of this, the values tended to show that with the course of the river (source-mouth) the water is worsening its quality, highlighting the fact that the main parameter for characterizing the effects of water pollution by organic garbage dumping, the DO, is 27.8 % lower than the limit stimulated by legislation for rivers of class 2. It is suggested that further studies should be performed in the Sapucaí-Mirim River, mainly in the period of drought, in order to enhance the results obtained in this study and monitor the quality of the water of this river, orienting actions for its recovery.

Key Words: Sapucaí-Mirim, physicochemical parameters, water quality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT	VI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. A água e sua distribuição.....	3
2.2. Usos da Água.....	6
2.2.1. Uso Industrial	7
2.2.2. Uso Doméstico	7
2.2.3. Uso Agrícola.....	8
2.2.4. Saneamento Básico.....	9
2.2.5. Pesca e Lazer	11
2.2.6. Navegação	11
2.2.7. Geração de Energia.....	12
2.2.8. Dessedentação de Animais	13
2.3. Poluição	13
2.3.1. Poluição Industrial.....	15
2.3.2. Poluição Urbana e Doméstica.....	15
2.3.3. Poluição Agrícola	15
2.4. Padrões de Qualidade da Água.....	16
2.5. Parâmetros de Qualidade.....	17
2.5.1. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	18
2.5.2. Oxigênio Dissolvido (OD).....	18
2.5.3. Turbidez.....	19
2.5.4. Condutividade Elétrica	20
2.5.5. Sólidos Totais Dissolvidos	20
2.5.6. Temperatura.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Caracterização da área de estudo.....	22
3.2. Coleta das Amostras de água.....	23
3.3. Parâmetros de Qualidade da Água Analisados.....	26
3.3.1. Temperatura.....	26
3.3.2. Oxigênio Dissolvido (OD).....	27
3.3.3. Potencial Hidrogeniônico - pH.....	27
3.3.4. Turbidez.....	28
3.3.5. Condutividade Elétrica	29
3.3.6. Sólidos Totais Dissolvidos	29
3.4. Análise Estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5. CONCLUSÕES.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida humana, vegetal, animal, mineral e dos seres vivos em geral que habitam nosso planeta. Apesar de $\frac{3}{4}$ do planeta ser coberto por esse bem, apenas 0,03% são de fácil acesso (rios, lagos e pântanos), estando em condições mais acessíveis para ser captada para o abastecimento humano (Rummenigge, 2010).

A água doce é de grande valia no que diz respeito à manutenção da vida, saúde, higiene, alimentação, recreação, bem estar, economia, dentre vários outros. Porém chega a ser preocupante as ações antropogênicas para com os corpos hídricos.

Vários fatores são os contribuintes para a deterioração dos recursos naturais. O descaso é um grande vilão, sendo a exploração indiscriminada de recursos hídricos, o desmatamento em excesso, o uso irracional de defensivos agrícolas, e o despejo desordenado de efluentes domésticos e industriais, alguns dos fatores alarmantes que vêm causando vários problemas ao longo dos anos. Segundo Azevedo Netto (1987) se em outras épocas bastava procurar uma fonte ou um rio próximo para o abastecimento, atualmente o consumo seguro da água depende da qualidade do tratamento pelo qual ela passa.

Sendo assim, Braga et al. (2003) citado por Figueirêdo (2008) explica que é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos.

A utilização cada vez maior dos recursos hídricos, segundo Mota (1995), tem resultado em problemas, não só de carência, como também na degradação da sua qualidade. Gradelha et. al (2006) enfatiza que nas últimas décadas tem se verificado uma diminuição

quantitativa e qualitativa das águas superficiais, fato que pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, estando diretamente ligado ao desequilíbrio averiguado nesses ambientes.

Para o estabelecimento de um diagnóstico do que de fato está acontecendo ao longo do tempo, a forma mais viável de abordagem é o monitoramento da qualidade das águas tendo como unidade básica exploratória as microbacias hidrográficas (Ryff, 1995).

Sendo assim, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a qualidade da água do Rio Sapucaí Mirim- MG, de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005. Os objetivos específicos foram: i) Analisar as características físico-químicas da água do Rio Sapucaí Mirim- MG em diferentes pontos de coleta, em período de chuvas; ii) Verificar se os parâmetros analisados atendem a Resolução CONAMA nº 357/2005; iii) Analisar se existe diferença significativa entre os diferentes pontos de coleta, dentro de cada parâmetro analisado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A água e sua distribuição

O planeta por possuir cerca de 75% de sua superfície coberta por água não deveria ser chamado de planeta Terra e sim de planeta Água (Bertuol e Gonçalves, 2009).

A água é um recurso natural indispensável para sobrevivência das espécies que habitam a Terra (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC, 2011). Caindo sobre a terra em forma de gotículas de água (chuva), é um excepcional solvente, onde carrega os instrumentos essenciais a vida, representando um elo entre todos os ecossistemas do planeta (Ferreira, 2003).

Segundo IDEC (2011) a água é uma das poucas substâncias que encontramos nos três diferentes estados físicos: gasoso, líquido e sólido.

No organismo humano ela serve entre outras funções para regular a temperatura e como veículo de troca de substâncias, representando cerca de 70% de sua massa corporal (IDEC, 2011).

Segundo Rummenigge (2010) a água doce é um recurso fundamental para que haja manutenção da vida nos ecossistemas terrestres e para a sobrevivência do homem na biosfera. Entretanto do total de água existente no mundo, 97% é salgada e apenas 3% é água doce própria para consumo, sendo que somente 0,03% da água doce são de fácil acesso (rios, lagos e sub-superfícies). Mas esse número vem diminuindo muito devido à poluição dos rios, lagos e lençóis freáticos (Bertuol e Gonçalves, 2009).

As águas superficiais cobrem cerca de 71% da superfície do planeta Terra, onde se formam através de um fluxo contínuo, o chamado ciclo da água que se dá basicamente através de dois processos, o de evaporação e condensação. Toda essa grande massa hídrica (mares, rios, lagos, oceanos, geleiras, arroios, vapor), se distribui pelo globo terrestre em diversas regiões sendo um elemento muito valioso que gera e mantém a vida sobre a Terra (Oroczo, 2009).

De acordo com Lima (1999) de maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois nele encontram-se mais da metade da água doce da América do Sul e 12% de toda água doce do planeta. Porém, a disponibilidade desses recursos não é uniforme. O que ocorre é que a maior parte de toda essa água é encontrada em regiões de menor densidade demográfica, como é o caso da Região Norte do Brasil. Já no Sudeste há uma quantidade razoável de água, o problema é que a região necessita de uma enorme quantidade de recurso hídrico, por existir uma população muito numerosa, e para dificultar a situação, parte dessa água encontra-se poluída.

No caso do Brasil, por possuir cerca de 12% da disponibilidade hídrica superficial do planeta, a heterogeneidade das águas superficiais também é maior. Quanto ao uso, o Brasil caminha para uma situação similar aos países desenvolvidos, onde o uso agrícola tem predominância sobre o doméstico e industrial. Apesar de ter “abundância” de água, a disponibilidade hídrica é fonte de conflito quanto ao uso devido às diferenças regionais (Toledo, 2011).

Ainda segundo o autor, deve-se reforçar que a idéia de abundância mencionada envolve o conceito de água de boa qualidade para o uso a que se destina. Sendo assim, quando o binômio qualidade-quantidade é associado, principalmente nas regiões com menor quantidade de água, a tendência é ter água de qualidade pior. Cria-se assim um círculo vicioso onde a disputa pela água, entendida como um recurso hídrico chega à beira da guerra entre usuários.

Como a população não está distribuída de forma homogênea e o regime de chuvas diverge muito entre as diferentes áreas de um mesmo continente, a disponibilidade de água doce per capita nas várias regiões do planeta é bastante desigual, indo desde níveis extremamente baixos de 300 m³/ano per capita, até níveis muito elevados, superiores a 50.000 m³/ano. Variações climáticas periódicas podem agravar as secas das regiões, provocando morte e sofrimento humano, e também causar as enchentes, que são um dos piores desastres naturais em termos de vítimas e de danos vultosos às propriedades e aos solos agrícolas (Lemos, 2002).

A comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU – Organização das Nações Unidas – referência mundial para estudiosos das questões ambientais, considera que o volume de água suficiente para vida em comunidade e exercício das atividades humanas, sociais e econômicas, é de no mínimo 50 m³/hab/ano (Silvestre, 2003).

Segundo IDEC (2011) a água é essencial na produção de energia elétrica, no combate a incêndios, na limpeza de cidades, na irrigação de jardins e na construção de obras, entre outros. Além de ser essencial para a higienização pessoal, para lavar utensílios e roupas e para a manutenção da limpeza de nossas habitações.

Segundo Bertuol e Gonçalves (2009) dos 0,03% de água doce do mundo de fácil acesso para a utilização, cerca de 70% é utilizada na agricultura, 22% nas indústrias e 8% em hospitais, residências, escritórios e outros.

Devido ao rápido crescimento da população mundial e a concentração dessa população em megalópoles, os efeitos na qualidade e na quantidade de água disponível já são evidentes em várias partes do mundo. As projeções da Organização das Nações Unidas indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa. Em 2000 os 189 países membros da ONU com base nesses dados assumiram como uma das metas de desenvolvimento do milênio que até 2015 deve-se reduzir à metade a quantidade de pessoas que não tem acesso a água potável e saneamento básico (IDEC, 2011).

A água limpa está cada vez mais rara na Zona Costeira e a água de beber cada vez mais cara. Esta situação é resultado de como a água vem sendo usada sem muitos cuidados com a qualidade e com desperdício nas cidades chegando entre 50% e 70%. Mesmo países que dispõem de recursos hídricos abundantes, como o Brasil, não estão livres da ameaça de uma crise. No Brasil devido aos processos de urbanização, industrialização e produção agrícola serem bastante incentivados, mas pouco estruturados em termos de preservação ambiental, a água já perdeu suas características de recurso natural renovável (principalmente em áreas densamente povoadas) (Bertuol e Gonçalves, 2009).

Entre as principais causas da diminuição da água potável estão o crescente aumento do consumo seguido pelo desperdício exagerado e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes de indústrias e da agricultura.

Atualmente no mundo todo, as questões que envolvem os recursos hídricos apontam para a preocupação com qualidade das águas superficiais. Pois as ações antrópicas

decorrentes do progresso da humanidade estão comprometendo intensamente as fontes hídricas naturais (Oroczo, 2009).

2.2. Usos da Água

A água doce e potável é usada para diversos fins, sendo que na maioria deles destinados a atividades e satisfação dos seres humanos.

Esses usos da água são classificados normalmente em consultivos e não consultivos. Os usos consultivos fazem com que a quantidade da água disponível para os outros usuários seja retirada e alterada substancialmente. Já os usos não consultivos alteram pouco a quantidade de água, mas podem alterar a sua qualidade (Collischonn e Tassi, 2010).

De acordo com Von Sperling (1995) a vários usos e consequências para a água, mas os principais são: abastecimento doméstico, preservação da flora e da fauna, abastecimento industrial, dessedentação de animais, irrigação, recreação e lazer, navegação, geração de energia elétrica e diluição de despejo. A água é um bem comum de toda humanidade sendo necessária para a existência e bem estar do homem, e à manutenção dos ecossistemas do planeta, além de ser um recurso natural de valor econômico, social e estratégico.

O uso da água pode resultar em perda elevada, média ou reduzida da água sendo considerado mais ou menos consultivo. A perda de água é a diferença entre o volume de água retirado do corpo d'água para ser utilizado e o volume devolvido, ao mesmo curso d'água no final do uso. No que se refere ao abastecimento urbano, descontando as perdas pela rede de distribuição, o uso consultivo é considerado baixo, mais ou menos em torno de 10%. Todavia, o uso consultivo no abastecimento industrial varia conforme o setor, situando-se em torno de 20%. Já na irrigação ocorre um uso consultivo elevado, ficando em torno de 90%. No caso da geração de energia elétrica a perda é baixa devido ser somente pela evaporação (Borsoi e Torres, 2011).

Cada uma das atividades que o ser humano realiza tem seus próprios requisitos de qualidade para consumo de água: a geração de energia e a navegação podem usar água de baixa qualidade; o abastecimento industrial e a irrigação necessitam de média qualidade de água; e o abastecimento urbano, a aquicultura e a pesca exigem alto padrão de qualidade (Borsoi e Torres, 2011).

2.2.1. Uso Industrial

Segundo IDEC (2011) as indústrias consomem 22% do total de água utilizado, sendo que grande parte e/ou quantidade dessa água utilizada é limpa.

Ainda segundo autor a cada ano cerca de 300 mil a 500 mil toneladas de despejos industriais acumulam-se nas águas. Os efluentes industriais provenientes dos processos de produção industrial podem carregar resíduos tóxicos, como metais pesados e restos de materiais em decomposição. Esses resíduos vão variar dependendo do ramo industrial e da tecnologia adotada pelas indústrias.

O uso da água nos processos industriais vai desde a incorporação da água nos produtos até a lavagem de materiais, equipamentos e instalações, a utilização em sistemas de refrigeração e geração de vapor, entre outros (IDEC, 2011).

2.2.2. Uso Doméstico

Segundo o Ministério da Saúde, para que a água seja considerada potável e adequada para consumo, ela deve apresentar características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas que atendam a um padrão de potabilidade estabelecido. Devido a isto antes que chegue as torneiras das casas, a água tem que passar por estações de tratamento, onde são realizados alguns processos de desinfecção para garantir seu consumo sem riscos à saúde (IDEC, 2003) citado por Silva 2007.

Segundo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA (2011), numa estação de tratamento de água, o processo para desinfecção desta água tem que ocorrer em etapas:

- Coagulação: É a aplicação de produtos como o sulfato de Alumínio ou Cloreto Férrico, que tem como função básica aglomerar (juntar) partículas sólidas em suspensão que se encontram na água bruta, formando pequenos coágulos. Em alguns casos, também é necessário corrigir o pH da água bruta, com a aplicação de cal.

- Floculação: É a formação de flocos de sujeira, a partir da movimentação da água em tanques específicos dentro da Estação de Tratamento de Água – ETA. Quando misturados, esses flocos ficam maiores e mais pesados, facilitando a sua remoção.

- Decantação: Nesta etapa, os flocos formados na etapa de floculação, ficam depositados no fundo dos tanques, pela ação da gravidade, separando-se da água.

- Filtração: Para garantir ainda mais a sua qualidade, a água passa por filtros especiais formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos, com objetivo de eliminar qualquer impureza que tenha ficado durante as outras etapas de tratamento.

- Desinfecção: A adição de cloro na água é feita antes da saída da Estação de Tratamento de Água - ETA, para eliminar os germes nocivos à saúde, garantindo, também, a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares.

- Correção do pH: Depois que a água já passou pelas principais etapas do tratamento dentro da Estação de Tratamento de Água – ETA, ela recebe a adição de cal para corrigir seu pH. Esse processo de correção do pH é necessário para se evitar possíveis corrosões das tubulações durante a distribuição da água.

- Fluoretação: Com a água já limpa, ela recebe a aplicação de uma dosagem de um composto de flúor, que contribui no combate às cáries, principalmente no período de formação dos dentes.

Segundo Cairncross (1989) citado por Silva (2007) o benefício quanto ao tratamento de água é indiscutível, o efeito decorrente de um sistema de abastecimento de água geralmente é positivo, pois transforma a água inadequada para o consumo humano em um produto de acordo com os padrões de potabilidade da legislação vigente após remoção dos contaminantes, assegurando a melhoria e bem-estar da população.

2.2.3. Uso Agrícola

Na agricultura muitos produtores utilizam a irrigação como uma prática alternativa, quando as chuvas não são suficientes para suprir a umidade necessária do solo para produção agrícola. Devido a essa atividade a agricultura consome mais de dois terços da água doce utilizada no planeta (IDEC, 2011).

As mudanças que ocorrem no ambiente em função do uso agrícola da terra têm na qualidade da água um forte sistema sinalizador dos desequilíbrios no seu entorno (Fawcett, 1997).

Segundo dados mais recentes da Agência Nacional de Águas (ANA) o Brasil possui cerca de 60 milhões de hectares de terra cultivados. Desses, aproximadamente 3,6 milhões (6%) são irrigados. Apesar de ser relativamente uma pequena porcentagem de solos irrigados, essa atividade é responsável por 69% do consumo de água doce utilizada no Brasil (Revers e Malvezzi, 2011).

Além do consumo exagerado de água, resultante do mau aproveitamento e desperdício, a agricultura afeta drasticamente a qualidade dos recursos hídricos e dos solos. O mau uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura pode causar contaminação de águas superficiais e subterrâneas, devido ao carregamento destes para os corpos d'água (IDEC, 2011). Entretanto o uso indiscriminado e intensivo da água na agricultura é uma das razões da crise planetária da água.

É bom lembrar que a irrigação brasileira tem apresentado altos consumos de água, mesmo que a área seja considerada pequena. Mesmo com esse alto consumo de água o presidente da ANA, José Machado, diz que a irrigação brasileira deve se expandir, porque estamos abaixo da média mundial. Mas é bom lembrar que a média mundial não é sustentável e é a grande vilã da crise mundial da água e responsável pela salinização de 80 milhões de hectares de solos em todo mundo (Revers e Malvezzi, 2011).

A contaminação das águas não está relacionada apenas com os agentes oriundos de atividades econômicas como a agricultura, mas também com as populações ribeirinhas pobres, devido a ocupações irregulares, onde originam grandes quantidades de resíduos contaminantes, devido à falta de estrutura como saneamento básico. Tendo assim seus dejetos lançados diretamente nos cursos d'água (arroyos, córregos, rios), produzindo grandes impactos ambientais ao serem transportados pela rede hídrica, comprometendo assim outros ecossistemas (Oroczo, 2009).

Segundo o mesmo autor em muitas áreas urbanas com ocupação irregular a falta de saneamento básico é uma questão de saúde pública, porque toda água contaminada que for jogada ao longo do curso d'água vai ser consumida e utilizada pela população de alguma forma podendo ocorrer à disseminação de vários tipos de doenças através de contaminantes biológicos.

Sendo assim, toda essa problemática acaba por refletir de forma direta sobre as condições de potabilidade das águas para consumo humano. O que gera sérios impactos na saúde da população em geral (Oroczo, 2009).

2.2.4. Saneamento Básico

Saneamento básico é a atividade que está relacionada com abastecimento de água potável, com o manejo das águas pluviais, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana, o manejo dos resíduos sólidos e o controle de pragas e qualquer tipo de agente patogênico,

visando a saúde das comunidades (Universidade Alto Vale do Rio do Peixe - UNIARP, 2010).

A água disponibilizada a população deve ser potável, ou seja, deve apresentar algumas características físicas, químicas e microbiológicas adequadas ao consumo humano (Macedo, 2004).

Um sério problema para a qualidade da água é a descarga de esgotos domiciliar sem nenhum tratamento em rios e represas que irrigam as plantações e abastecem as cidades (IDEC, 2011).

O tratamento da água é fundamental para a saúde pública, mas representa gastos tanto para as empresas como para os consumidores. Nos países da América latina, muitas localidades ainda não possuem água tratada para consumo, e o abastecimento dessas localidades tem se estendido muito pouco para alcançar lugares mais afastados. Segundo a Organização Mundial de Saúde, na América Latina e Caribe, em 2000, cerca de 78 milhões de pessoas não tinham nenhum acesso a água encanada e 117 milhões não tinham rede de esgoto (Rego, 2006).

O despejo de esgoto domiciliar e efluentes de indústrias sem nenhum tipo de tratamento, em represas e rios que abastecem as cidades e que irrigam as plantações é um sério problema para a qualidade da água, devido aos produtos agroquímicos, pesticidas e fertilizantes, altamente tóxicos das indústrias entre outros (Richter e Netto, 1991). A água com grande concentração de poluentes deve passar por um tratamento mais intenso para tornar-se potável e diminuir os riscos de contrair doenças como diarreia, febre amarela, hepatite, amebíase, dentre outras (Rego, 2006). Segundo IDEC (2011) quanto mais poluída estiver a água, maior será a quantidade de produtos usados para torná-la potável para consumo humano.

O esgoto também afeta a vida aquática. Quando em contato com a luz, a matéria orgânica proveniente dos esgotos aumenta em grande parte a população de algas, consumindo grande parte do oxigênio ocasionando a morte de peixes e outros animais aquáticos (Riedel, 2005). A proliferação das algas também causa mau cheiro e gosto ruim na água mesmo após o tratamento (IDEC, 2011). É o que acontece, por exemplo, na represa Billings, que abastece a Grande São Paulo, e no rio Guandu, que abastece a cidade do Rio de Janeiro. Para solução deste problema é necessário realizar a diminuição da quantidade de matéria orgânica despejada nos rios através de tratamentos de esgotos (Riedel, 2005).

2.2.5. Pesca e Lazer

A pesca e o lazer são atividades que dependem essencialmente da qualidade da água (IDEC, 2011). O uso da água para estes fins são bastante frequentes em rios com qualidade de água relativamente boa, e inclui atividades de contato direto, como natação e esportes aquáticos como a vela e canoagem. Também podem existir atividades de recreação de contato indireto, como a pesca esportiva (Collischonn e Tassi, 2010).

Os dejetos industriais e esgotos domésticos causam prejuízos a indústrias pesqueiras devido à poluição dos corpos d'água, comprometendo a sobrevivência da população ribeirinha, que tem no pescado sua única fonte de sobrevivência. Devido a isso, deve-se combater as fontes poluidoras para assegurar a proteção ambiental dos cursos d'água, represas e mares (IDEC, 2011).

Segundo Borsoi e Torres (2011) quanto aos efeitos das atividades humanas sobre as águas, boa parte é poluidora: o abastecimento urbano e industrial provoca poluição orgânica e bacteriológica, despeja substâncias tóxicas e eleva a temperatura do corpo d'água; a irrigação carrega agrotóxicos e fertilizantes; a navegação lança óleos e combustíveis; o lançamento de esgotos provoca poluição orgânica, física, química e bacteriológica. A geração de energia elétrica, não é poluidora, mas provoca grande alteração na qualidade e no regime das águas. Com a construção de grandes represas o ambiente e a qualidade da água são comprometidos devido à inundação de grandes áreas que possuem vegetação, além da perda de vários ecossistemas do local.

Mas essas atividades, que precisam de água com qualidade, também acabam por prejudicá-la. A pesca predatória, a limpeza dos peixes à beira dos rios e o lixo colocam em risco a segurança ambiental dos corpos d'água. A solução para isto está na conscientização e na Educação Ambiental das populações, além do combate a atividades pesqueiras ilícitas (IDEC, 2011).

2.2.6. Navegação

Hidrovia interior ou via navegável interior são denominações comuns para os rios, lagos ou lagoas navegáveis (Prado e Campos, 2003). As hidrovias são balizadas sinalizadas colocadas em locais estratégicos de modo a oferecer boas condições de navegação com segurança às embarcações, seus passageiros ou tripulantes que dispõem de cartas de navegação e suas cargas.

A navegação necessita de uma profundidade adequada do curso d'água, esta se trata de um uso não consultivo e pode ser bastante atrativo principalmente do ponto de vista econômico para cargas como minério e grãos que tem um baixo valor por tonelada. Mas não pode ser praticada em rios que a velocidade da água é muito alta, para evitar possíveis acidentes (Collischonn e Tassi, 2010).

Segundo IDEC (2011) com a entrada em vigor da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a navegação foi beneficiada, pois um dos fundamentos da lei é o uso múltiplo das águas, que nada mais é que utilizar o curso d'água de acordo com seu potencial, sem que haja exclusão dos demais usos que ele possa fazer.

O transporte hidroviário interior assim como toda atividade humana possui riscos. Sempre existe a possibilidade de acontecer algum acidente e, em consequência, danos ao meio ambiente, mas esses riscos podem ser minimizados quando houver uma boa gestão hidroviária.

2.2.7. Geração de Energia

A energia hidráulica é proveniente da água em movimento e fornece mundialmente cerca de 19% de energia. Apesar de toda água existente no planeta, aproveita-se apenas 33% de todo seu potencial hidroelétrico, gerando cerca de 2.140 TW/h/ano de energia (IDEC, 2011).

No Brasil quase toda a energia gerada e consumida é proveniente de hidroelétricas, correspondendo a mais de 97% do total de energia elétrica gerada. O Brasil segundo dados da década de 1990 é o terceiro maior produtor de energia hidroelétrica do mundo, perdendo apenas para Estados Unidos e Canadá e a frente da China, da Rússia e da França (Collischonn e Tassi, 2010).

Ainda segundo os autores, mesmo em usinas termelétricas a água tem um papel fundamental e é consumida em quantidades significativas. Ela é utilizada nos ciclos internos de resfriamento e geração de vapor. Nos Estados Unidos as usinas termoelétricas correspondem a 47% da utilização total de água no país. Deve se ressaltar, entretanto, que nem toda esta água é consumida, e grande parte retorna aos rios. Devido a isso as usinas termoelétricas são construídas junto a fontes abundantes e confiáveis de água, sendo necessários estudos hidrológicos para avaliar a sua disponibilidade.

2.2.8. Dessedentação de Animais

O consumo de água destinado a dessedentação animal está ligado diretamente ao efetivo dos rebanhos existentes e ao tipo de criação (extensiva ou intensiva) e, não corresponde somente ao consumo de água pelos animais, mas também a todo tipo de demanda de água associada a sua criação (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - Fepam, 2011).

Segundo a Resolução CONAMA 357 (CONAMA, 2005), *“a qualidade da água de dessedentação dos animais de produção devem ser tratada de forma específica, com o estabelecimento de concentrações para este tipo de água”*. E ainda, *“as águas destinadas a dessedentação animal devem estar dentro dos padrões exigidos pela classe 3”*, que também são águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a pesca amadora e à recreação de contato secundário que refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo).

2.3. Poluição

A definição de poluição pode ser dada conforme discorre a Lei n.º 6.938/81 como a:

"degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos".

As águas superficiais recebem diversos tipos de contaminantes por diferentes meios de condução. As águas contaminadas recebem o nome de residuais, que transportam substâncias para rios e mares, e vão, gradativamente, contaminando as águas (Oroczko, 2009).

Esta interferência, mesmo sendo feita de modo racional, provoca desequilíbrios nas cadeias biológicas estabelecidas a milhares de anos (Fawcett, 1997).

Segundo Grassi (2001) os poluentes alcançam águas superficiais e subterrâneas de várias formas, onde a poluição das águas é principalmente o fruto de um conjunto de atividades humanas. Para efeito de legislação este aporte é arbitrariamente classificado como

pontual ou difuso. As fontes pontuais são de fácil identificação e, portanto podem ser facilmente monitoradas e regulamentadas. É relativamente fácil se determinar a composição destes resíduos, assim como definir seu impacto ambiental. Estas fontes correspondem a descargas de efluentes a partir de estações de tratamento de esgoto e indústrias, dentre outras. Além disso, caso haja necessidade é possível responsabilizar o agente poluidor. Ao contrário, as fontes difusas apresentam características bastante diferenciadas. Elas se espalham por inúmeros locais e são particularmente difíceis de serem determinadas, em função das características intermitentes de suas descargas e também da abrangência sobre extensas áreas.

Fontes difusas incluem o escoamento superficial urbano, escoamento superficial de áreas agrícolas, deposição atmosférica (seca e úmida), entre outros (Bunce, 1994).

Consideram-se três tipos gerais de poluição das águas: poluição orgânica, poluição microbiana e poluição inorgânica.

Poluição orgânica: o grau de poluição orgânica das águas naturais é determinado por um teste específico que dá uma indicação indireta da quantidade de matéria orgânica presente na água (Mceldowney et al., 1993, citado por Boavida, 2001). Para determinação deste teste são necessárias garrafas especiais e uma sonda para medir a concentração de oxigênio dissolvido na água ou reagentes para determiná-la quimicamente.

De acordo com Boavida (2001) o teste é baseado no fato dos organismos que compõem a matéria orgânica presente na água utilizarem oxigênio. Estas são chamadas de bactérias aeróbicas, que consomem o oxigênio presente na água e destroem a vida aquática e, além disso, se forem ingeridas podem causar problemas de saúde (Bertuol e Gonçalves, 2009).

Poluição microbiana: pode ser causada por vários organismos entre eles: vírus, bactérias, fungos, protozoários, nematóides. Para detectar possíveis organismos patogênicos é necessário fazer um exame microbiano. Estes organismos são transmitidos por um ciclo fecal-oral, onde a água utilizada para beber, para cozinhar ou para tomar banho vai ser infectada pelas fezes de pessoas ou animais contaminados, transmitindo as doenças (Boavida, 2001).

Poluição inorgânica: ainda segundo o autor os compostos inorgânicos potencialmente causadores de poluição não são muitos. Eles dividem-se em dois grupos gerais: o grupo dos nutrientes, que podem causar poluição quando usado em excesso, e o grupo das toxinas ou compostos tóxicos.

Muitos compostos tóxicos fazem parte da composição de pesticidas e inseticidas utilizados na agricultura e na pecuária, em geral a partir de uma certa dose tornam-se letais (Boudou et al., 1991).

A poluição das águas é proveniente de várias origens (Bertuol e Gonçalves, 2009).

2.3.1. Poluição Industrial

A poluição industrial apresenta um caráter pontual e está relacionada com a eliminação de resíduos de produção através da atmosfera, do solo, das águas superficiais e subterrâneas e de derrames durante o seu armazenamento e transporte (Pereira et.al, 2006).

A maioria as indústrias conduzem seus dejetos a natureza sem nenhum cuidado, sem nem ao menos fazer algum tipo de tratamento, e quase sempre estes são escoados para rios e lagos, e por serem produtos químicos deixam um rastro de destruição ambiental em plantas e animais (Bertuol e Gonçalves, 2009).

As principais indústrias poluentes do meio hídrico são as indústrias alimentares, metalúrgicas, petroquímicas, nucleares, mineiras, farmacêuticas, eletroquímicas, de fabricação de pesticidas e inseticidas, entre outras (Instituto Geológico e Mineiro, 2001).

2.3.2. Poluição Urbana e Doméstica

Este tipo de poluição é provocado pela descarga de efluentes domésticos não tratados na rede hidrográfica, fossas sépticas e lixeiras. Esses efluentes contem sais minerais, matéria orgânica, restos de compostos não biodegradáveis, vírus e microorganismos fecais (Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2011).

Essa poluição acontece muitas vezes pela omissão do estado que não disponibiliza tratamento de esgoto adequado a sua população. Com isso os dejetos de origem humana são diariamente despejados em rios e lagos. Ao receber grande quantidade de esgoto o curso d'água e/ou manancial fica sem vida e com uma grande concentração de diversos organismos transmissores de doenças (Bertuol e Gonçalves, 2009).

Este tipo de poluição ao atingir o aquífero origina um aumento da mineralização, elevação da temperatura, aparecimento de cor, sabor e odores desagradáveis (UFPB, 2011).

2.3.3. Poluição Agrícola

Segundo Pereira et.al (2006) a utilização desordenada de pesticidas e adubos e a incorreta gestão de grandes quantidades de resíduos orgânicos gerados nas explorações agrícolas, agropecuárias e pecuárias poderão ser fontes de poluição ambiental, seja dos solos, das águas e do ar.

Os contaminantes potencialmente mais significativos neste campo são os fertilizantes, pesticidas e indiretamente as práticas de regadio (UFPB, 2011).

Outros contaminantes de muita importância estão relacionados às atividades pecuárias, onde sua poluição é semelhante a doméstica. Os fertilizantes inorgânicos como o sulfato de amônio, amoníaco, carbonato de amônio e nitrato de amônio e os orgânicos, como a uréia, são os responsáveis pelo incremento de nitrito e nitrato de amônio nas águas subterrâneas. Isto ocorre devido ao uso desses fertilizantes serem superiores a quantidade necessária para as plantas se desenvolverem (UFPB, 2011).

Essa poluição pode ter caráter pontual como acontece no caso da descarga direta dos efluentes não tratados das pecuárias intensivas nos cursos d'água, ou ser de natureza difusa devido às práticas agrícolas, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas devido às substâncias poluentes contidas nos fertilizantes que são distribuídos e incorporados no solo (Pereira et.al, 2006).

2.4. Padrões de Qualidade da Água

Os padrões de qualidade, segundo a ABNT (NBR 9896/87), são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes, em relação aos quais os resultados dos exames de uma amostra de água são comparados, aquilatando-se a qualidade da água para um determinado fim. Os padrões de qualidade são estabelecidos com base em alguns critérios científicos que avaliam o risco para uma dada vítima e o dano causado pela exposição a uma dose conhecida de um determinado poluente.

Um critério científico nada mais é do que uma quantidade fixada para um determinado parâmetro que se estiver dentro dos limites máximos ou mínimos (conforme a natureza do constituinte) protegerá os usos desejados para um determinado corpo d'água, dentro de um grau de segurança. Dessa forma, o padrão de qualidade para garantir um determinado uso deve ser no mínimo igual ao critério de qualidade para esse uso (Nascimento e Von Sperling, 2011).

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 *“dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”*. Destacando-se que *“Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.”*

Segundo a Art.3º da referida resolução, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

O Art.4º traz a classificação das águas doces:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Ainda para se determinar a classe da água, é necessário obedecer alguns limites e condições para cada parâmetro analisado conforme descrito na referida resolução.

2.5. Parâmetros de Qualidade

2.5.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo Sawyer et, al. (1994) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. Branco (1986) fala que as variações do pH nas águas naturais são geralmente ocasionadas pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), sendo realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, originando a produção de ácidos orgânicos fracos. O pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. A água é considerada neutra, quando o seu pH está em torno de 7, ácida quando estiver entre 0 e 7 e básica quando estiver entre 7 e 14. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia entre 6,5 a 8,4. Valores que estiverem fora desta faixa podem provocar deterioração nos equipamentos de irrigação (Ayres e Westcot, 1999).

De acordo com CETESB (2007) citado por Lauermann (2007) a influência do pH sobre os vários ecossistemas aquáticos naturais se dá diretamente devido aos seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto do pH está relacionado a condição de contribuir para a precipitação ou para a solubilização de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais e são regulamentadas pela resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que estabelece como condição de qualidade de água o pH compreendido na escala de 6,0 a 9,0.

2.5.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

De acordo com Silveira (2007) o oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. Albuquerque (2010), diz que o oxigênio dissolvido é de suma importância para avaliar as condições naturais da água, e ecologicamente é necessário e de extrema importância para a respiração da maioria dos organismos que habitam na água.

A introdução de Oxigênio Dissolvido no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese das plantas, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico (Silveira, 2007), e segundo Carmouze (1994) a sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

Normalmente quando a água recebe grande quantidade de substância orgânica biodegradável o oxigênio dissolvido desaparece. Sendo assim quanto maior a carga de matéria orgânica, maior será o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (Albuquerque, 2010).

A concentração de gás (O_2) na água varia principalmente devido à temperatura e a altitude, estando relacionada diretamente com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que por sua vez estão relacionadas com a intensidade luminosa e temperatura (Esteves, 1998). Quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água.

Este parâmetro é utilizado para verificar a qualidade das águas superficiais, sendo que o Oxigênio Dissolvido é o critério mais importante na determinação das condições sanitárias das águas superficiais (Silveira, 2007). Segundo Farias (2006) um rio para ser considerado limpo, em condições normais, deve apresentar normalmente, de 8 a 10 mg.L⁻¹ de OD, podendo variar em função da temperatura e pressão.

2.5.3. Turbidez

De acordo com Albuquerque (2010) a turbidez é caracterizada pela presença de partículas suspensas na água independentemente do tamanho, variando desde partículas grandes a partículas pequenas. A presença destas partículas provoca a absorção e a dispersão da luz, dando a água uma aparência nebulosa e/ou turva, sendo indesejável esteticamente. Já Portalsaofrancisco (2010) citado por Parise Júnior (2010) diz que a turbidez de uma de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução se dá pela absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc.

Segundo Farias (2006), quando a água recebe determinada quantidade de partículas que permanecem por algum determinado tempo em suspensão ela é considerada turva. Estas partículas podem ter origem do próprio solo quando não há mata ciliar e/ou enxurradas ou provenientes de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades.

A turbidez da água é medida pelo grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão de uma amostra. É um parâmetro adotado para o controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico

nas águas consideradas potáveis. A turbidez aceitável pelo padrão CONAMA nº 357/2005 em águas naturais para abastecimento é de até 100 UNT ou uT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

2.5.4. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica trata-se da capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com os íons (partículas carregadas eletricamente) dissolvidos na água. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água (Souza et. al. 2010).

A condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, principalmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades dos vários componentes. Quanto mais sólidos dissolvidos forem adicionados na água maior será a condutividade elétrica da água. Valores altos podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2001).

2.5.5. Sólidos Totais Dissolvidos

Segundo Alencar (2007) Sólidos Totais Dissolvidos (STD) é a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. São consideradas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob as formas moleculares, ionizadas ou micro-granulares.

As substâncias dissolvidas envolvem o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio, sódio e íons orgânicos, entre outros íons necessários para a vida aquática (Parise Junior, 2010).

Segundo o padrão de potabilidade da OMS (Organização Mundial de Saúde), o limite máximo permissível de STD na água é de 1000 mg.L^{-1} (Alencar, 2007).

2.5.6. Temperatura

A água contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterização de uma água, são determinados vários parâmetros, nos quais representem as suas características físicas, químicas e biológicas. Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude,

altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade, onde segundo MIEB (2007/08) o sol é a principal fonte de aquecimento das águas naturais. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente relacionada com despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (UFV, 2010 citado por Parise Junior 2010).

As reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água são influenciadas pela temperatura. Temperaturas muito altas favorecem a diminuição de Oxigênio dissolvido (diminui sua solubilidade).

A temperatura da água não pode variar muito em relação à temperatura do ambiente, se ultrapassar 30°C pode ocorrer decréscimo da solubilidade dos gases (oxigênio, por exemplo). E segundo MIEB (2007/08) temperaturas altas limitam a disponibilidade de oxigênio podendo levar à morte da fauna.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O rio Sapucaí-Mirim é um afluente do Rio Sapucaí. Ele nasce na Serra da Mantiqueira e segue seu rumo a Minas Gerais, prosseguindo seu curso dentro da Bacia do Rio Grande (CBH-SM, 2009). A bacia do rio Sapucaí-Mirim é uma sub-bacia do Rio Grande (<http://blogdogaia.blogspot.com/>), o rio corre pelas cidades de Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí no estado de São Paulo e Sapucaí-Mirim, Paraisópolis, Conceição dos Ouros, Cachoeira de Minas e Pouso Alegre no estado de Minas Gerais. Seus principais afluentes são o Rio Capivari, Itaim, Mandú e o Ribeirão dos Ouros.

A Bacia do Sapucaí-Mirim é composta por 17 Municípios: 14 no estado de Minas Gerais e 03 no estado de São Paulo e sua área de drenagem é de 2.806 km² (<http://blogdogaia.blogspot.com/>).

O Rio Sapucaí-Mirim deságua no rio Sapucaí que segundo Beraldo (1996) é a artéria principal do corpo de 46 cidades, sendo 43 no Estado Minas Gerais e 3 no Estado de São Paulo. Em sua Bacia vivem mais de meio milhão de pessoas. Engloba as microregiões do Vale do Paraíba Paulista, Alto da Mantiqueira, Planalto Mineiro e Furnas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí integra a bacia do Rio Grande, localizando-se na região sudeste e atravessando dois estados, São Paulo e Minas Gerais. O Rio Sapucaí nasce na Serra da Mantiqueira, na cidade de Campos do Jordão – SP, a uma altitude de 1650 m, e deságua no Lago de Furnas a 780 m de atitude, atravessando, aproximadamente, 343 km (34 km dentro do Estado de São Paulo e 309 km em Minas Gerais) (IGAM, 2011).

Segundo <http://blogdogaia.blogspot.com/> o uso agrícola do solo na bacia do rio Sapucaí-Mirim é caracterizado principalmente por culturas de ciclo de produção curta como milho, arroz, feijão, batata, morango, e outras de ciclos longos como café, banana e mandioca, sendo esta última, de grande importância econômica e de grande poder poluidor (água de mandioca - manipueira), devido ao seu beneficiamento para transformação em polvilho azedo. E também grande parte do território é utilizado para o pastoreio leiteiro e de corte sendo estas atividades de grande importância econômica para região.

A partir desse cenário, pode-se inferir que o uso indiscriminado de defensivos e fertilizantes agrícolas associados a técnicas inadequadas de plantio contribuem para a contaminação e assoreamento da bacia do Rio Sapucaí-Mirim, e pouco tem sido feito para mitigar seus impactos sobre os recursos hídricos.

No que se refere a problemas ambientais, destacam-se, dentre outros, a realização de queimadas, o desmatamento, que compromete as matas ciliares, e a contaminação dos cursos de água por efluentes industriais. (IGAM, 2011).

Atualmente, a falta de um plano de manejo adequado na bacia Rio Sapucaí-Mirim pode ser notada através das margens do rio, onde a mata ciliar e/ou vegetação é escassa deixando o rio totalmente sujeito a assoreamento, e os despejos de esgoto in natura, tanto de efluentes industriais como domésticos são evidenciados constantemente.

É importante ressaltar que o Rio Sapucaí-Mirim possui cerca de 150 km da nascente à foz no município de Pouso Alegre (<http://blogdogaia.blogspot.com/>), sendo que ao longo do seu curso d'água não existe nenhum tipo de tratamento de esgoto.

Destaca-se a falta de informações referentes ao rio, até mesmo nos órgãos públicos e empresa de abastecimento de água, o que mais uma vez justifica a importância da realização deste estudo.

3.2. Coleta das Amostras de água

A coleta das amostras de água para análise físico-química foi realizada no dia 24 de Fevereiro de 2011. Foram coletados 9 amostras de água em 3 pontos diferentes, sendo 3 amostras por cada ponto de coleta.

A água foi coletada com o auxílio de garrafas plásticas novas com capacidade de armazenar 1 litro de água. Cada recipiente foi lavado 3 vezes com a água a ser analisada e na quarta vez o recipiente foi mergulhado a uma certa profundidade coletando a água necessária para análise, sempre tomando cuidado para que no momento da coleta as mãos não entrassem

em contato com as amostras, prejudicando assim o resultado da pesquisa. Após a coleta os recipientes foram lacrados e identificados com o auxílio de uma caneta marcadora vermelha.

Para identificação das coordenadas geográficas foi utilizado um GPS da marca Magellan Triton.

As coordenadas geográficas (latitude e longitude), altitude, o local em que foram coletados (cidade) e a data da coleta foram marcados em uma folha utilizando prancheta e uma caneta.

Após coletar as amostras estas foram colocadas dentro de uma caixa de plástico e levadas para o laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-Campus Inconfidentes para análise laboratorial.

As coletas de amostras de água ao longo do rio Sapucaí-Mirim distribuíram-se em três pontos descritos a seguir:

1º ponto: O primeiro ponto de coleta foi na nascente do rio (figura 1), com as coordenadas geográficas 22°49'30"S e 45°39'08"L e altitude de 1091 m. O ponto está localizado na Serra da Mantiqueira próximo a Santo Antônio do Pinhal situada no estado de São Paulo, com uma área de 133 km², com uma população estimada em 6.516 habitantes, sendo o bioma predominante a Mata Atlântica (IBGE, 2010).

O povoamento do alto da serra da Mantiqueira, na região do vale do Sapucaí-Mirim, iniciou-se no fim do século XVIII, pois constituía passagem obrigatória das penetrações para Minas Gerais (IBGE, 2010).

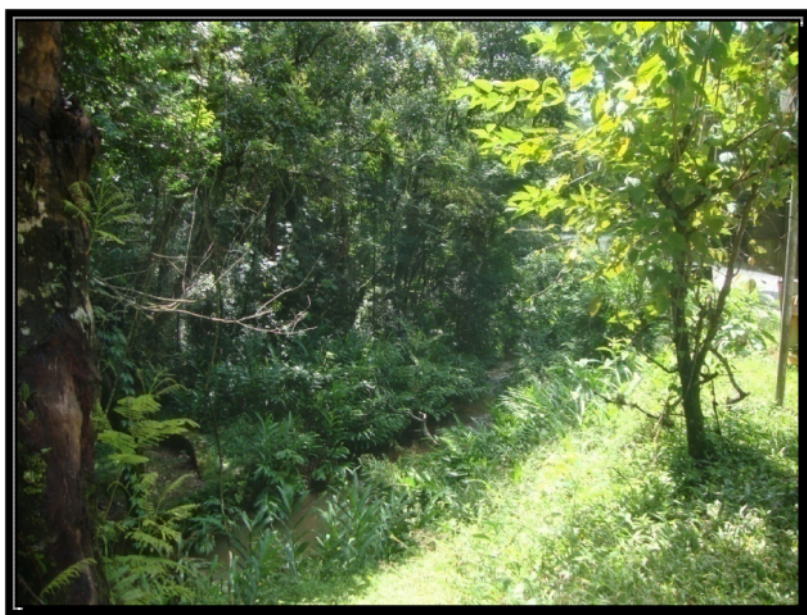


Figura 1. Nascente do Rio Sapucaí-Mirim.

2º ponto: O segundo ponto de coleta foi nas coordenadas geográficas 22°24'41,7" S e 45°47'11,1" L e altitude de 863 m, logo abaixo de uma cachoeira (figura 2). O ponto está localizado na cidade de Conceição dos Ouros, situada no estado de Minas Gerais, com uma área de 182,97 km², com população estimada em 10.388 habitantes, sendo o bioma predominante a Mata Atlântica (IBGE, 2007).

A cidade tem uma altitude de 960 metros, clima do tipo Cwa (clima tropical de altitude), com temperatura média anual estimada em 19°C e chuvas concentradas entre novembro e março. O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa a muito argiloso (Melo et. al., 2002).

Conceição dos Ouros é a maior produtora de polvilho em todo o mundo. O município é também o maior produtor de mandioca do Estado de Minas Gerais

É um município que tem algumas indústrias (principalmente indústria de polvilho, gesso e duas do setor automobilístico).

O topônimo teve sua origem na invocação a Nossa Senhora da Conceição e ao fato de ser o local banhado pelo Ribeirão dos Ouros (IBGE, 2007).



Figura 2. Segundo ponto de coleta do Rio Sapucaí-Mirim.

3º ponto: O terceiro ponto de coleta (figura 3) foi na foz do rio, nas coordenadas 22°14'21" S e 45°55'11" L e altitude de 817 m. Localiza-se na cidade de Pouso Alegre, situada no estado de Minas Gerais, com uma área de 543,07 km², com população estimada em 130.586 habitantes, sendo o bioma predominante a Mata Atlântica (IBGE, 2007).

Com posição privilegiada, Pouso Alegre localiza-se as margens da rodovia Fernão Dias, a 195km do município de São Paulo, a 550 km da capital de Minas Gerais e a 391Km

do Rio de Janeiro. Na cidade há também uma cordilheira de morros e montanhas que se estendem até o estado do Rio de Janeiro. A altitude máxima encontrada no município é de 1347 metros (na Serra de Santo Antônio) e a altitude mínima encontrada no município é de 810 metros (na foz do Rio Cervo) (Rosa, 2009).

Por estar em uma região serrana no sul de Minas Gerais (altitude de 830 metros), possui um clima tropical de altitude. As chuvas de verão são mais intensas do que as de inverno, sendo as frentes frias vindas do Pólo Sul nesta época podem provocar o fenômeno da geada. Média anual: 19,2°C, média máxima anual: 26,4°C, média mínima anual: 14,3°C (Rosa, 2009).



Figura 3. Terceiro ponto de coleta, foz do Rio Sapucaí-Mirim.

3.3. Parâmetros de Qualidade da Água Analisados

As amostras de água coletadas foram analisadas no laboratório do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Os parâmetros analisados foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos.

3.3.1. Temperatura

A temperatura da amostra foi obtida logo após a coleta da água, com a utilização de um aparelho chamado Oxímetro Digital da marca Alfa KIT (figura 4), sendo que todas as temperaturas foram obtidas em °C.

O aparelho foi calibrado e colocado dentro do curso d'água a uma certa profundidade e deixado por alguns segundos, para que pudesse ser realizada a leitura. Após a

leitura o equipamento foi retirado da água calibrado e colocado outra vez no curso do rio, sendo esse processo repetido 3 vezes em cada ponto de coleta.

3.3.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido foi obtido no mesmo local da coleta, logo após a obtenção da temperatura, o aparelho usado foi o mesmo o chamado Oxímetro Digital da marca Alfa KIT (figura 4). Foram realizadas três análises para cada amostra para que pudesse se obter uma média final. A unidade utilizada neste parâmetro foi miligramas por litro (mg/L).



Figura 4. Oxímetro Digital da marca Alfa KIT, usado para medição da temperatura e Oxigênio dissolvido.

3.3.3. Potencial Hidrogeniônico - pH

Para analisar o pH das amostras foi utilizado o equipamento peagâmetro digital AD 1000 Ph/Mv & temperature Meter da marca ADWA (figura 5). Primeiramente o equipamento foi calibrado com uma solução tampão pH 7 com uma variação de $\pm 0,02\%$ e posteriormente com uma solução tampão pH 4 com uma variação de $\pm 0,02\%$. Após a calibração do equipamento foram feitas as análises de pH das amostras, sendo realizadas 3 leituras para cada amostra de água. A partir dos resultados obtidos foi feita uma média aritmética do valor esperado.



Figura 5. Peagômetro digital, usado para medir o pH da amostra.

3.3.4. Turbidez

Para as análises de turbidez da água foi usado um aparelho chamado turbidímetro plus microprocessado digital da marca Alfa KIT (figura 6). Para leitura da análise o aparelho foi primeiramente calibrado com água microfiltrada, seguindo as recomendações do fabricante, e em seguida realizada as análises. Foram realizadas três leituras para cada amostra e posteriormente calculadas as médias para obter um resultado satisfatório. A unidade utilizada para essa medição é UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).



Figura 6. Turbidímetro plus microprocessado digital.

3.3.5. Condutividade Elétrica

Para análise da condutividade elétrica das amostras foi utilizado o aparelho condutivímetro digital modelo mCa 150 da marca Tecnopon Equipamentos Especiais Limitados (figura 7). O aparelho foi calibrado conforme instruções do fabricante e as amostragens foram realizadas e triplicadas para que se pudesse chegar a um resultado satisfatório.

3.3.6. Sólidos Totais Dissolvidos

A análise de sólidos totais dissolvidos foi realizada pelo mesmo aparelho que utilizado para medir a condutividade elétrica (figura 7). Esse aparelho possui múltiplas funções bem como calcular sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e percentual de cinzas e açúcares.



Figura 7. Condutivímetro digital.

3.4. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% significância, usando-se o programa SISVAR 4.3 (Ferreira, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo o artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005, “*enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2...*”. O rio Sapucaí-Mirim, objeto deste estudo, enquadra-se nesta situação, sendo assim os resultados das análises serão comparados aos padrões estipulados para a Classe 2, na referida Resolução.

A tabela 1 traz os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água nos diferentes pontos de coleta no curso do rio Sapucaí-Mirim.

Tabela 1 – Valores médios de parâmetros físico-químicos da água do rio Sapucaí-Mirim em função de diferentes locais de coleta.

Parâmetros de Qualidade						
Pontos de coleta	pH	Turbidez (UNT)	STD (mg/L)	Cond. Elét. ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	OD (mg/L)	T° C
p1 - Nascente	6.34 a	27.86 a	12.81 a	25.39 a	5.90 c	10.20 a
p2 - Conc. Ouros	6.60 b	140.96 c	16.43 b	33.01 b	4.90 b	17.36 a
p3 - Pouso Alegre	6.63 b	51.81 b	18.31 c	36.19 c	3.61 a	18.03 a
CV%	0.44	1.72	1.12	1.23	2.03	28.59

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

De acordo com Macedo (2004) o potencial hidrogeniônico (pH) expressa a atividade de íons H^+ no meio e, como tal, determina se a água esta ácida ou alcalina. O pH é a medida de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução. O pH é definido como sendo

igual ao logaritmo negativo da concentração de H^+ e varia em uma escala de 0 a 14, sendo $pH < 7$ ácido, $pH = 7$ neutro e $pH > 7$ básico (Mariano, 2008).

A partir da análise dos resultados de pH (potencial hidrogeniônico), observa-se variância significativa do ponto 1 com o ponto 2 e 3 (Tabela 1). Parise Junior (2010), também encontrou valores de pH com variância significativa para o Rio Mogi-Guaçu, observando também que estes aumentavam de acordo com o decorrer do rio, da nascente para a foz. Essa situação também foi observada por Santos (2010) que em seu estudo encontrou valores de pH maiores ao longo do curso do Rio Itapetininga-SP.

Os fatores que determinam o pH de um corpo d'água são vários, os mais importantes podem ser considerados a concentração de sais em solução, que possui íntima relação com as características geológicas (dissolução de rochas) da região; e a presença de ácido carbônico, que esta ligada com a decomposição de resíduos orgânicos. Por ações antropogênicas, o pH da água pode também ser alterado principalmente pelo lançamento de despejos domésticos e industriais, mas também por ação de poluentes atmosféricos (Macedo, 2004). Segundo FATMA- Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (1998) o lançamento de efluentes nos corpos de água através da transformação microbiana da matéria orgânica, ou poluentes atmosféricos (chuva ácida) também contribuem para a modificação do pH.

Esta modificação do pH pode ser observada na figura 8, que apresenta uma relação entre os valores médios de pH de cada ponto de coleta.

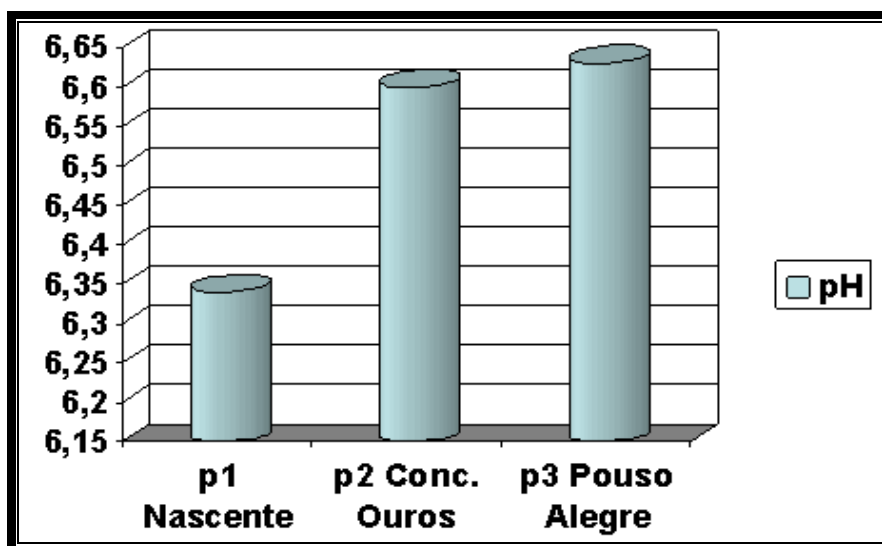


Figura 8. Relação entre os valores de pH nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

Quanto mais perto da foz (ponto 3) maior é o pH, mais básico, devido a grande quantidade de efluentes lançados pelas cidades ao longo do curso do rio. Segundo Mariano (2008) isso se deve a propriedade de solvente da água, portanto o seu pH varia de acordo com as substâncias nela dissolvidas. Sendo assim, explica-se um valor mais baixo do pH na nascente, pois se trata de um local de afloramento da água, e assim têm-se menos íons presentes, além de não conter aporte de efluentes das cidades ao longo do curso do rio, que aumentam o pH da água tornando-a cada vez mais básica.

Mesmo assim, este parâmetro revelou-se dentro dos limites traçadas pela legislação ambiental, sendo aceito para rios de classe 2 com pH entre 6,0 e 9,0, conforme preconiza a Resolução CONAMA 357 de 2005.

A partir da análise dos resultados de turbidez, observa-se variância significativa entre os pontos (Tabela 1). Os valores mostram-se bastante variados, principalmente no segundo ponto que apresentou uma turbidez de 140,96 UNT. Esse valor de turbidez encontrado pode ser devido ao local de coleta da água não ter mata ciliar e/ou vegetação em seu entorno possuindo um solo exposto acarretando maior desprendimento das partículas do solo devido à falta de proteção por vegetação. Outro fato a ser destacado é por este se localizar logo abaixo de uma cachoeira (figura 2), provocando uma turbulência nas águas e favorecendo com que a matéria orgânica se misture com a água aumentando a turbidez. Estes fatores fazem com que este resultado não esteja em conformidade para os rios de classe 2, segundo a resolução CONAMA nº 357 /2005, que delimita valor de turbidez de até 100 UNT; como pode ser visto na figura 9, que apresenta uma relação entre os valores médios de turbidez de cada ponto de coleta.

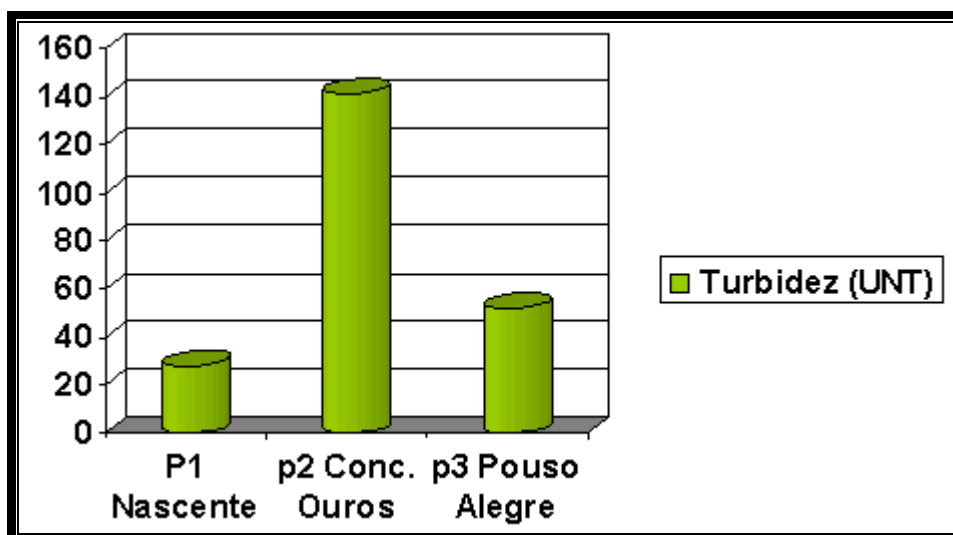


Figura 9. Relação entre os valores de Turbidez nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

O primeiro ponto por ser nascente também apresentou um valor alto de turbidez, mesmo assim esta de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o limite tolerável de até 40 UNT para classe 1.

O terceiro ponto apresentou um valor menor que o segundo ponto (tabela 1), podendo ser devido à matéria orgânica se decantar até o fundo do rio diminuindo a turbidez da água. Mesmo assim quando comparado com o primeiro ponto aumentou consideravelmente, cerca de 85,97%. Este resultado se encontra em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe 2.

Outra explicação se dá pelos esgotos sanitários e diversos efluentes industriais que provocam elevações na Turbidez das águas. A alta Turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes (Parise Junior, 2010).

Gonçalves e Souza (1997), explicam que efluentes ou esgotos sanitários são águas de abastecimento as quais pelo uso do tipo doméstico em unidades residenciais, ou comerciais e industriais são acrescentadas substâncias, sólidas, semi-sólidas e líquidas alterando as características físicas, químicas e biológicas da água, tornando-a assim mais turva.

Podendo ser comprovadas por Parise Junior (2010) com seu estudo sobre o rio Mogi-Guaçu que a turbidez aumenta com os despejos de esgotos sanitários ao longo do seu curso, assim como observado também por Couto et. al. (2011) que obteve uma variância significativa de turbidez ao longo do Rio Javaés-Tocantins, sendo estes valores menores nos primeiros pontos de coleta e aumentando de acordo com o decorrer do rio.

A partir da análise dos resultados de sólidos totais dissolvidos, observa-se variância significativa entre os pontos (Tabela 1). Ainda pela análise dos resultados apresentados na tabela 1 pode-se inferir que os Sólidos Totais Dissolvidos apresentaram valores baixos e satisfatórios variando, 12,81 a 18,31 mg/L nos três pontos onde foram realizadas as coletas, estando em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o limite tolerável de até 500 mg/L, como padrão para corpos de água nas classe 1, 2 e 3 e para padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano. Apesar disso, pode-se verificar que na nascente, há o menor valor e estes tenderam a aumentar ao longo do percurso do rio, obtendo um valor maior no terceiro ponto na cidade de Pouso Alegre, reforçando a hipótese de acréscimo de poluentes pela descarga destes no decorrer do curso d'água, da nascente a foz.

Sendo comprovada por Terra et. al. (2009) que a carga de sólidos totais teve um aumento do 1º ponto de amostragem quando comparada com o último ponto, visto que, na

região próxima a foz, havia uma maior descarga de esgotos domésticos, em seu estudo sobre o Rio Jucu Braço Sul.

Embora não tenha sido determinada a cor, sabe-se que elevados valores de Sólidos Totais Dissolvidos podem elevar a cor e, em menor proporção a turbidez das águas (Barreto, 2009).

Na figura 10 é apresentada uma relação entre os valores médios de STD e Condutividade Elétrica de cada ponto de coleta. Segundo Macedo (2002), o teor de sólidos totais da água é estimado a partir de sua condutividade elétrica e apresenta sempre valores próximos da metade do valor da condutividade. O teor de sais de uma água é um fator limitante de seu uso na agricultura, em que se pese a grande variação de tolerância a sais por parte da vegetação.

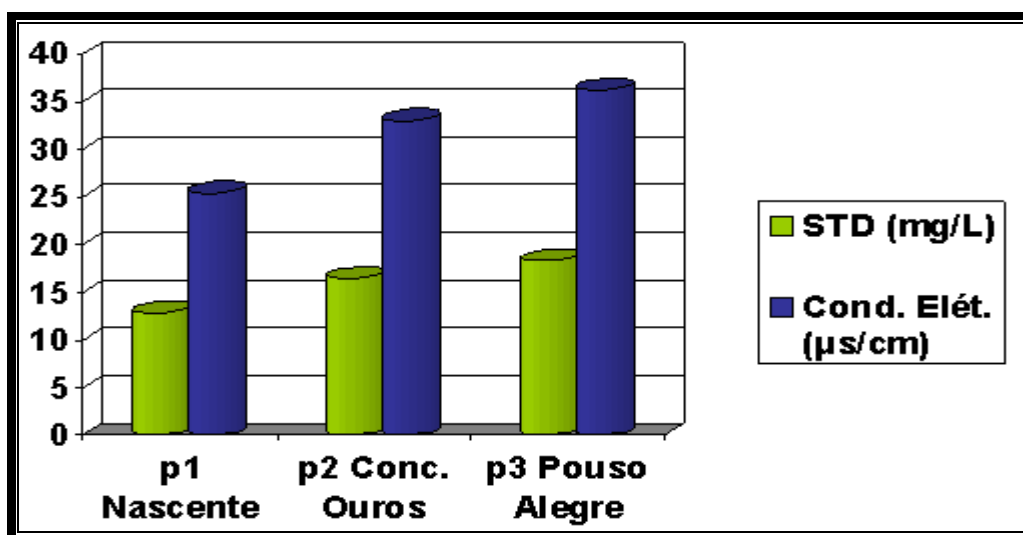


Figura 10. Relação entre os valores de Sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade Elétrica nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

A Condutividade Elétrica dos pontos de coleta foi de 25,39 µs/cm no primeiro ponto, 33,01 µs/cm no segundo ponto e 36,19 µs/cm no terceiro ponto, valores com variância significativa pelo teste de Tukey com 95% de confiança, como mostra a tabela 1. Esta diferença se dá, pois o terceiro ponto apresenta-se mais impactado que os outros, devido à falta de mata ciliar e/ou vegetação ao seu entorno, caso este que não ocorre no primeiro ponto (nascente) devido a uma boa quantidade de vegetação natural ao seu redor.

Parise Junior (2010) também encontrou valores de Condutividade Elétrica com variância significativa para o Rio Mogi-Guaçu, apresentando um maior valor no último ponto

perto da foz devido a uma grande taxa de Sólidos Totais Dissolvidos referentes à maior descarga de efluentes.

Quanto maior a quantidade de efluentes jogados no curso do rio, maior é a Condutividade Elétrica, como mostra a figura 11, que apresenta a relação entre os valores médios de Condutividade Elétrica de cada ponto de coleta. De acordo com FATMA (1998) citado por Nieweglowsk (2006) a condutividade elétrica, na água é originada pela presença de sais dissolvidos na forma de íons dissociados eletroliticamente. Estes íons podem ter origem antropogênica (descargas industriais, consumo de sais em residência e comércio) ou geogênica (decomposição de rochas). A carga de sais na água é composta por cátions (Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio) e ânions (Cloretos, Sulfatos, Bicarbonatos, Carbonatos e Nitratos). Altas cargas de sais na água têm seus efeitos negativos principalmente em períodos de baixa vazão.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (Cetesb, 2007, citado por Coluna, 2007).

A resolução CONAMA nº357/2005 não fala sobre esse parâmetro, mas de acordo com Margalef (1986) as águas naturais, em geral, apresentam condutividade até 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tendo como base este valor a Condutividade Elétrica obtida do Rio Sapucaí-Mirim é considerada baixa.

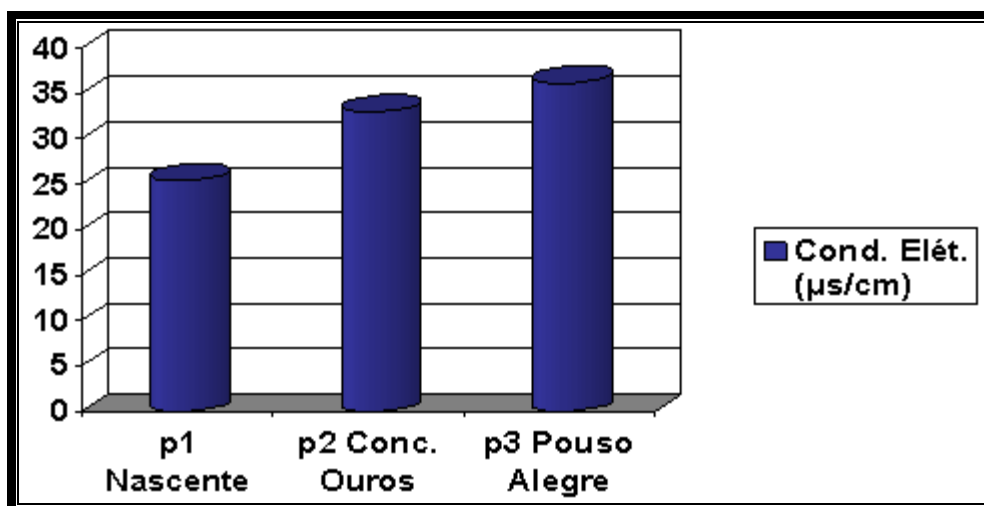


Figura 11. Relação entre os valores de Condutividade Elétrica nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

Analisando a tabela 1 observa-se que os valores de Oxigênio Dissolvido (OD) apresentaram variância significativa entre os pontos. As análises de Oxigênio Dissolvido (OD) apresentaram valores que variam de 5,90 mg/L a 3,61 mg/L. Os maiores valores de oxigênio dissolvido foram encontrados na nascente, pois é uma água mais límpida, e ao longo do curso do rio os valores só foram diminuindo; ver figura 12, que apresenta uma relação entre os valores médios de Oxigênio Dissolvido de cada ponto de coleta. Santos (2010) também obteve resultados de Oxigênio Dissolvido com variância significativa, sendo que o ponto inicial apresentou 2,5mg/L de O₂ a mais que o ponto final, observando-se a diminuição destes de acordo com o decorrer do rio, da nascente para a foz, devido a várias fontes de despejos de efluentes, fato este também observado neste estudo.

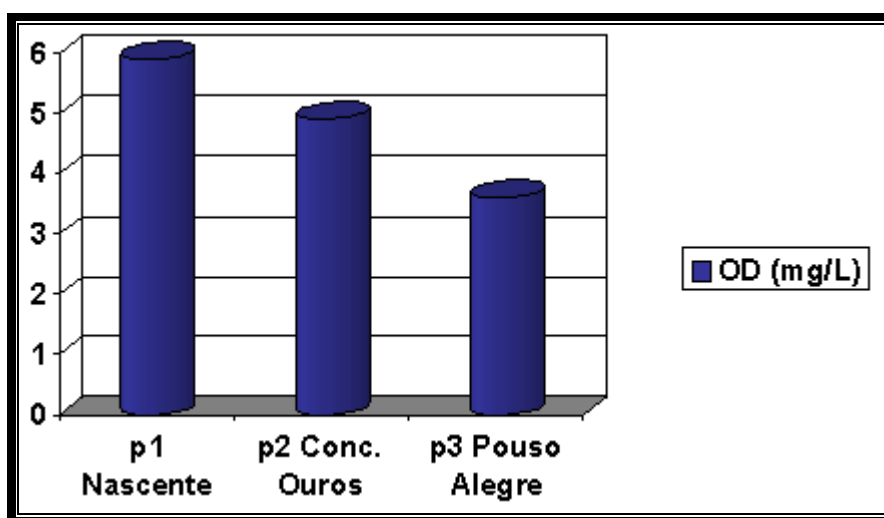


Figura 12. Relação entre os valores de Oxigênio Dissolvido nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

Esta situação pode ser explicada, pois o oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Esses organismos fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios durante a estabilização reduzindo a sua concentração no meio. É o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (Von Sperling, 2005, citado por Coluna, 2007). Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pelo consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), por perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos - ferro (II) e manganês (II) (Fiorucci e Filho, 2005). Sendo assim os valores baixos de oxigênio dissolvido obtidos ao longo do curso (da nascente para a foz) se dá devido à quantidade de matéria orgânica encontrada, que está relacionada ao despejo de efluentes.

Valores elevados de cor e turbidez trazem implicações para o ecossistema aquático, dificultando a penetração dos raios solares e desfavorecendo o processo de fotossíntese, conseqüentemente diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido nas águas (Braga, 2003 citado por Oliveira, 2010). Comparando-se os resultados de turbidez e oxigênio dissolvido, (tabela 1) verifica-se a proporcionalidade inversa preconizada pelos autores.

De acordo com a resolução do CONAMA nº 357/2005, somente o primeiro ponto está em conformidade com a classe 2, já os pontos de coleta 2 e 3 estão em não-conformidade com a classe 2, se enquadrando somente na classe 4, onde o limite mínimo de oxigênio dissolvido é de 2 mg/L, classificando a água apenas para tais fins: à navegação e para à harmonia paisagística do local. O que não é encontrado na realidade, pois nos 3 pontos onde foram feitas as análises, a água é coletada e disponibilizada para o abastecimento humano, estando em desacordo com a legislação, e podendo causar um sério risco a saúde da população. Isto destaca mais uma vez que o curso d'água esta sofrendo séria interferência de poluição por esgotos domésticos e /ou orgânicos.

No que se refere à temperatura da água este parâmetro não apresentou variância significativa pelo teste de Tukey com 95% de confiança (tabela 1). No estudo de Parise Junior (2010) a água do rio Mogi-Guaçu apresentou variância significativa, aumentando conforme mais perto da foz. Assim como observado por Terra et. al. (2010) onde a Temperatura do rio Jucu Braço Norte, ES apresentou variância significativa, encontrando valores maiores ao decorrer do curso do rio, que segundo o autor pode estar associado ao primeiro ponto estar a uma altitude maior que os demais.

O menor valor de temperatura foi encontrado na nascente devido o fato de a água sair do subsolo, que é um isolante térmico e ao fato de haver mata ciliar e/ou vegetação ao seu entorno, fazendo com que a temperatura do curso d'água permanecesse baixa.

Observando-se a figura 13, que apresenta uma relação entre os valores médios de Temperatura de cada ponto de coleta, verifica-se que nos pontos ao longo do rio (da nascente para a foz) a temperatura aumentou. Essa situação pode ser por causa da exposição direta do curso d'água ao sol, pois quase não se encontra mata ciliar e/ou vegetação ao seu entorno, nos pontos de amostragem 2 e 3.

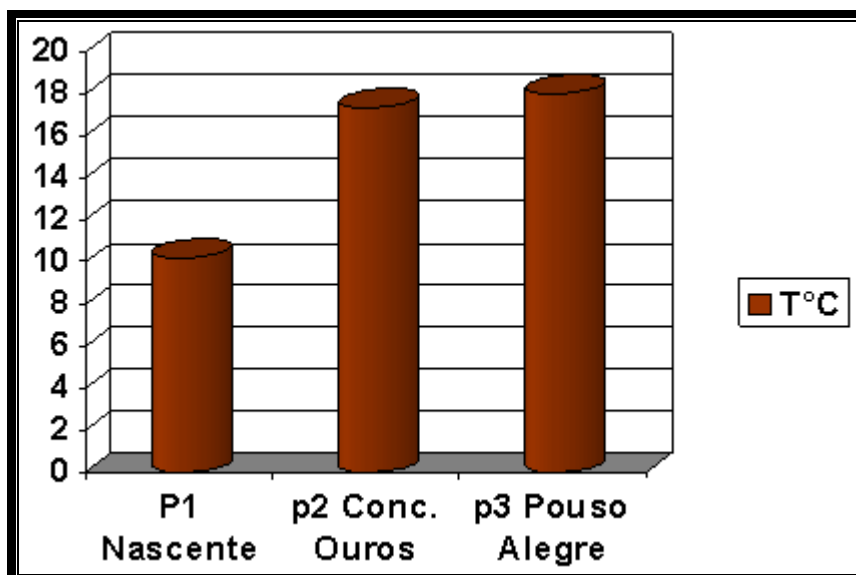


Figura 13. Relação entre os valores de Temperatura nos diferentes pontos de amostragem do Rio Sapucaí-Mirim.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula valores de temperatura do corpo d'água para sua classificação de acordo com a qualidade das águas. Porém, em seu artigo 34, no parágrafo 4, quando trata das condições de lançamento de efluentes, a alínea 2 diz que o efluente lançado no corpo receptor deve ser inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura. Observa-se pela análise na figura 13, que a diferença entre o ponto 1 e 2, são de 7,16°C e entre o ponto 1 e 3 de 7,83°C, demonstrando o acréscimo acima do citado na legislação. Deve-se destacar que esse acréscimo pode ser conferido por outras fontes que não apenas o lançamento de efluentes, sendo assim, não podendo se inferir que este está em desacordo com a referida lei.

5. CONCLUSÕES

Os resultados dos parâmetros analisados, nos pontos desde a nascente até a foz do rio Sapucaí-Mirim, demonstram que as águas deste rio encontram-se dentro dos limites especificados pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2, classe conferida a este por não haver informações oficiais sobre seu enquadramento. Exceto o parâmetro Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta 2 e 3 e Turbidez do ponto 2 estavam em não conformidade com a referida legislação.

Destaca-se o fato de o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, o Oxigênio Dissolvido (OD), não estar em conformidade com a legislação, causando preocupação pelos seus resultados. Os valores foram de 27,8% menor que o limite traçado pela legislação, reforçando a hipótese das águas do rio Sapucaí-Mirim estarem sendo poluídas pelo acréscimo de efluentes.

Todos os parâmetros analisados, exceto a temperatura, apresentaram diferença significativa entre os pontos, mesmo o pH tendo apresentado diferença significativa apenas entre a nascente e ponto 2 e 3 e estes não diferenciando-se entre si; reforçando a hipótese de acréscimo de poluição no decorrer do curso do rio (nascente para a foz).

Mediante os resultados obtidos sugestiona-se a implantação de um plano de recuperação do rio, principalmente englobando a retirada dos pontos de lançamento de efluentes deste, implantando soluções individuais e coletivas para tratamento dos efluentes, antes destes serem lançados diretamente no corpo d'água e realizar um projeto de recuperação das matas ciliares ao entorno do curso d'água, melhorando assim as características físico-químicas do rio em questão.

Conclui-se que novos estudos devem ser realizados no rio Sapucaí-Mirim, principalmente no período de seca, para reforçar os resultados obtidos neste estudo, pois o fato deste ter sido realizado no período das chuvas pode trazer diferenças nos resultados obtidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Poluição das águas: Terminologia** - NBR 9896. Rio de Janeiro, 1987.

ALBUQUERQUE, M.C.. **Qualidade da Água Coletada em Diferentes Tipos de Telhado**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas – Campus Inconfidentes, 2010.

ALENCAR, R. D.; Monitoramento da Qualidade da Água de Poços no Calcário Jandaíra e Restrições na Agricultura Irrigada. **Dissertação** apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia. Mossoró – RN, 2007.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura. Estudos, irrigação e drenagem**, 29. Revisado 1º 2º edição. Tradução H.R. Ghety e J. f. de Medeiros, UFPB, Campina Grande PB. 1999. 153p.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987. v.1

BARRETO, L. V.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. C. **Monitoramento da Qualidade da Água na Microbacia Hidrográfica do Rio Catolé, em Itapetinga-BA.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Curso de Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera, Goiânia, vol.5, n.8, 2009.

BERALDO, ANA MARIA et al. **Sapucai, o Caminho das Águas.** Pouso Alegre/MG. 1996.

BERTUOL, B.E.; GONÇALVES, E.B.. **Água doce.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, curso superior de tecnologia em automação industrial, Curitiba 2009.

BOAVIDA, M. J. L.; **Problemas de Qualidade da Água: Eutrofização e poluição.** Departamento de Zoologia e Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande C2, Janeiro de 2001.

BORSOI, Z.M.F.; TORRES, S.D.A.; **A Política de Recursos Hídricos no Brasil,** online. Disponível em: http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf, acessado em 25 de Janeiro de 2011.

BOUDOU, A.; M. DELNOMDEDIEU, D. GEORGESCAULD, F. RIBEYRE & E. SAOURTER. 1991. **Fundamental roles of biological barriers in mercury accumulation and transfer in freshwater ecosystems.** Water, Air, and Soil Pollution 56: 807-821.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária.** 3ª ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. 1986. 640p

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). **Resolução nº 357 - 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.**

BUNCE, N. **Environmental Chemistry**” 2 ed. Winnipeg: Wuerz Publishing Ltd, 1994.

CARMOUZE, J. P. O.; **Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 1994. p.25

CBH-SM - Comitê de Bacias Hidrográficas da Serra da Mantiqueira, **Plano de Bacia UGRHI-1, (Serra da Mantiqueira)**, versão adequada à deliberação CRH N°62, de 04 de setembro de 2006. São Paulo dezembro de 2009.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 2001. **Variáveis de Qualidade das Águas**. Online. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>, acessado em 25 de Janeiro de 2011.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R.; **Introduzindo Hidrologia**. IPH UFRGS, edição 7. Março de 2010.

COLUNA, N. M. E., DIAS, H. C. T., PINHEIRO, J. A. C.; **Análise Temporal e Espacial da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG**. Universidade Federal de Viçosa – UFV, Departamento de Engenharia Florestal Campus Universitário, Viçosa – MG, 2007.

Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA. Informações Sobre a Qualidade da Água para Consumo Fornecida por Sistema de Abastecimento Público, **Relatório Anual de Controle da Qualidade**, 2011.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, In: **Ministério do Meio Ambiente**. Resolução Conama, 357. Brasília, 2005.

COUTO, T. C., Naval, L. P., Faria, D. C.; **Análise das Variáveis Físico-Químicas da Água do Rio Javaés, Ilha do Bananal, Entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins – Brasil**. Online. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR08506_COUTO.pdf, acessado em 16 de Março de 2011.

ESTEVES, FRANCISCO A.; **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora, 1998.

FARIAS, M. S. S.; **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes**. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis: FATMA/GTZ, 1998/9.

FAWCETT, R. S. Influences of the no-till system on drinkability of water; consequences on water treatment and availability. In: **Seminário Internacional de Sistema de Plantio Direto**, 2., 1997, Passo Fundo, RS. Anais... Passo Fundo, RS: Embrapa-CNPT, 1997. p 3-10.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. **Dessedentação Animal e Irrigação**. Online. Disponível em: <http://eta.fepam.rs.gov.br:81/documentacoes/uruguai/relatorio03/Cap%207.3.pdf>, acessado em 25 de Janeiro de 2011.

FERREIRA, C. M.. Importância da Água e sua Utilização em Ranários Comerciais. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Peixes Ornamentais. **Revista Panorama de Aqüicultura**, v. 13, n. 79, p. 15 -17, 2003.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, sp: ufscar, 2000. P.255-258.

FIGUEIRÊDO, A. C.; **Avaliação e Diagnóstico da Qualidade da Água do Açude de Apipucos, Recife-PE**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

FIORUCCI, A. R., FILHO, E. B.; **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**, 2005.

GONÇALVES, F. B., SOUZA, A. P.; **Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários: História, Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

GRADELHA, F. S. et al. Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. In: **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE.

GRASSI, M. T.; **As águas do planeta terra. Padrões de qualidade da água, potabilidade, poluição, tratamento da água**. Edição Maio de 2001.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2007), Conceição dos Ouros – MG, online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=311780>, acessado em 15 de Fevereiro de 2011.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2007), Pouso Alegre – MG, online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=315250>, acessado em 15 de Fevereiro de 2011.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2010), online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>, acessado em 15 de Fevereiro de 2011.

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2011), **Água**, Online. Disponível em www.idec.org.br/biblioteca/mcs_agua.pdf. Acessado em 20 de janeiro de 2011.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, **Bacia hidrográfica do Rio Grande**, online. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=150&Itemid=140, acessado em 16 de Fevereiro de 2011.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO (2001). **Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro**. Instituto Geológico e Mineiro. Online. Disponível em: <http://e->

Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm, acessado em 25 de Janeiro de 2011.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1995.

KELMAN, G., **Revista Aguaonline**, 2004, Online. Disponível em <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acessado em 20 de janeiro de 2011.

LAUERMANN, A.; Caracterização Química dos Efluentes Gerados pelo Aterro Controlado de Santa Maria e Retenção de Chumbo e Zinco por um Argissolo da Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Santa Maria – RS, 2007.

LEI N° 6.938, de 31 de Agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências.**

LEMOS, H. M.; **Poluição das Águas**. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Depto Recursos Hídricos e meio Ambiente. Disciplina de Engenharia do Meio Ambiente, primeiro semestre 2002.

LIMA. W.P. (1999). A microbacia e o desenvolvimento Sustentável. **Ação Ambiental- v.1**. n.3. p 20-22.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e Águas**. Jorge Macedo: Juiz de Fora – MG, 2002

MACEDO, J.A.B.de. **Águas e águas**. 2.ed. ver. E aum. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004.

MACÊDO, J. A. B.; **Águas e Águas**. 2. Ed. Atual e ver. São Paulo: Varela, 2004.

MARGALEF, R. (1986). **Limnologia**. Omega, Barcelona. 1010p

MARIANO, M. B., VIDAL, C. M. S., SOUZA, J. B.; **Avaliação da Qualidade Microbiológica da Água para Balneabilidade do Salto Manduri, Prudentópolis – PR.** VI Semana de Estudos da Engenharia Ambiental, 02 a 05 de junho de 2008, Campus Irati.

MELO, M. R., CASTRO, J. V., CARVALHO, C. R. L., POMMER, C. V.; **Tecnologia Pós-Colheita, Conservação Refrigerada de Cherimóia Embalada em Filme Plástico com Zeolite.** Campinas, 2002.

MIEB, Laboratórios de Tecnologias Ambientais. **Análises Físico-Químicas Cor, Turbidez, pH, Temperatura, Alcalinidade e Dureza,** 2007/08.

MOTA, S.; **Preservação e conservação de recursos hídricos.** 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

NASCIMENTO, L.V.; SPERLING, M.V.; **Os Padrões Brasileiros de Qualidade das Águas e os Critérios para Proteção da Vida Aquática, Saúde Humana e Animal.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – BRASIL. Online. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/~mariaacm/ST405/Agua.pdf>, acessado em: 25 de Janeiro de 2011.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A.; **Indicadores de Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo – PR.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

OLIVEIRA, T. M.; **Qualidade da Água de Nascentes a Jusante a Área do Lixão de Inconfidentes, MG.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas – Campus Inconfidentes, 2010.

OROCZKO, A.; **Bioindicadores de Qualidade da Água: Um Levantamento dos Mais Utilizados, e uma Proposta para a Utilização no Biomonitoramento da Água de um Município Piloto da 2ª Regional de Saúde.** Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca em convenio com o Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria do Estado da Saúde, Escola de Saúde Pública. Porto Alegre – RS, 2009.

PARISE JUNIOR, A.L.P.. **Qualidade físico-químicas da Água do Rio Mogi-Guaçu em Diferentes Pontos de Coleta**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas – Campus Inconfidentes, 2010.

PEREIRA, M.R.; et.al. **A Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Sôrdo (Norte de Portugal)**. Associação Portuguesa de Geólogos. Novembro de 2006.

PRADO, F.C.; CAMPOS, R.T.G. **Hidroviás Interiores – Por Que Não Devem Ser Ambientalmente Licenciadas**. Universidade de Brasília – UnB- Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS. Brasília-DF: Outubro de 2003.

QUEIROZ, J. F.; **Avaliação Preliminar da Qualidade de Água na Microbacia do Ribeirão das Araras (SP)**, Jaguariúna, SP Outubro, 2008.

REGO, F.M.; **Qualidade Higiênico-Sanitária das Águas Utilizadas em Unidades de Alimentação e Nutrição Hospitalares da Rede Pública do Distrito Federal**. Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2006.

REVERS, I. & MALVEZZI, R.; **As Perspectivas do Uso da Água e dos Solos no Brasil- O Futuro do Agro e Hidronegócio - Comissão Pastoral da Terra**. Online. Disponível em: http://www.mmcbrazil.com.br/artigos/110809_agua_brasil.pdf, acessado em: 24 de Janeiro de 2011.

RICHTER, C.A; NETTO, J.M.A.; **Tratamento da Água- Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1991.

RIEDEL, G.; **Controle Sanitário dos Alimentos**. 3. Ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

ROSA, A. T.; **Levantamento de médios e grandes mamíferos por armadilhamento fotográfico e busca por vestígios e rastros na reserva florestal do Parque Municipal de Pouso Alegre-MG**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, 2009.

RUMMENIGGE, K.. **A Utilização da Água no Mundo**. Cursando Engenharia Ambiental, UNIFEMM – Centro Universitário de Sete Lagoas- MG, publicado em 28/02/2010.

RYFF, T. **Microbacias hidrográficas: um novo conceito de desenvolvimento rural**. Agroanalysis, v. 15, n. 5, p. 8-11, 1997.

SANTOS, V. O.; **Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos**. Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Campus Sorocaba. Revista Eletrônica de Biologia, REB Volume 3 (1):99-115, 2010.

SAWYER, C.N.; MCCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmental engineering**. 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994. 658p.

SILVA, A.P.; **Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias da Água Consumida no Município de São Gonçalo**, Rio de Janeiro, 2007.

SILVEIRA, T.; **Analise Físico-Química da Água da Bacia do Rio Cabelo – João Pessoa – PB**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa - PB – 2007.

SILVESTRE, M. E. D.; **Água Doce no Brasil: razões de uma nova política**. **Dissertação de Mestrado** em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Ceará, 2003.

SOUZA, C.F.; et.al.. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul no Município de Taubaté-SP**. 24 de março de 2010.

SPERLING, M.V.: **Princípios do Tratamento Biológico de Água Residuárias Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**, v1, 1º Edição, Belo Horizonte DESAUFMG, p.240, 1995.

TERRA, V. R., et. al.; **Estudo Limnológico Visando Avaliação da Qualidade das Águas do Rio Jucu Braço Norte, ES**, Natureza on line 8 (1): 8-13, 2010.

TERRA, V. R., et. al.; **Monitoramento do rio Jucu Braço Sul: Caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**, 2009.

TOLEDO, L.G.; **Monitoramento dos Impactos Ambientais das Atividades Agrícolas na Qualidade das Águas Superficiais. Analista Ambiental**, IBAMA-Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental. Online. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/upf/gonzaga.pdf>, Acessado em 25 de Janeiro de 2011.

UFPB - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Exatas e da Natureza- Departamento de Geociência. **Águas Subterrâneas**, online. Disponível em: http://www.planoauditoria.com.br/site/download/120808_Aguas_Subterraneas_UFPb.pdf, acessado em 25 de Janeiro de 2011.

UNIARP - Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Coordenadoria de Extensão, Cultura e Relações Comunitárias. **Programa de Operacionalização dos Programas e Projetos Sociais com Visão Educativa**. Prestação de Serviço do Artigo 170. Caçador- SC, maio de 2010. Online. Disponível em: <http://extranet.uniarp.edu.br/sae/Trabalho%20Comunitrio/Resumo%20Projetos%20Trabalho%20Comunitario-2010.pdf>, acessado em 2 de Março de 2011.

http://blogdogaia.blogspot.com/2009/02/projeto-canoata_19.html. LUDMILA (sic). **Projeto Canoata**. 2009. Acessado em 12 de março de 2011.