

MARCIA APARECIDA DA SILVA

**MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO EM CANAIS DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO RIO PIRAPOZINHO E DO CÓRREGO
LIMOEIRO - SP**

PRESIDENTE PRUDENTE

2014

**MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO EM CANAIS DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO RIO PIRAPOZINHO E DO CÓRREGO
LIMOEIRO - SP**

MARCIA APARECIDA DA SILVA

ORIENTADORA: Prof.^a Dra. Renata Ribeiro Araujo

Dissertação de Mestrado Profissional elaborada junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia/Mestrado Profissional, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente – SP, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

**PRESIDENTE PRUDENTE
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA

S581m Silva, Marcia Aparecida da.
Monitoramento limnológico em canais das bacias hidrográficas do rio Pirapozinho e do córrego Limoeiro / Marcia Aparecida da Silva. - Presidente Prudente : [s.n.], 2014
68 f.

Orientador: Renata Ribeiro de Araújo

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Rio Pirapozinho. 2. Córrego Limoeiro. 3. Qualidade da água. I. Araújo, Renata Ribeiro de. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III Título.

TERMO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

BANCA EXAMINADORA

PROFA. DRA. RENATA RIBEIRO DE ARAÚJO
PRESIDENTE

PROF. DR. MARIA CRISTINA RIZK
(UNESP/FCT)

PROFA. DRA. DANIELLI CRISTINA GRANADO ROMERO
(UNESP/ROSANA)

MARCIA APARECIDA DA SILVA

Presidente Prudente (SP), 22 de setembro de 2014.

RESULTADO: APROVADO

*Aos meus pais, Marcelino e Lucília,
pelo amor que me inspira,
ofereço.*

Ao filho, meu Melvin, dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, pela vida.

Ao Mestre Gilmar, por acreditar que era possível.

À querida Renata, por compartilhar o seu conhecimento sem medidas

A minha família, por entender minhas limitações e ausência.

Ao meu filho, por estar sempre ao meu lado.

Não posso deixar de mencionar os meus amigos e professores, que compuseram este grupo de mestrado profissional, pelos momentos agradáveis e inesquecíveis.

LISTA DE FIGURAS

1- Ilustração de bacia hidrográfica	18
2- Fonte de poluição pontual: tubulação de esgotamento sanitário	33
3- Fontes de poluição difusa	34
4- Croqui de localização dos municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho	40
5- Fotografia da estação de tratamento de esgoto de Pres. Prudente e da seção do córrego Limoeiro	41
6- Fotografia da estação de tratamento de esgoto de Pirapozinho e da seção do rio Pirapozinho	42
7- Variação temporal de pH	46
8- Variação temporal de temperatura	47
9- Variação temporal de resíduo sedimentável	48
10- Variação temporal de nitrogênio amoniacal	50
11- Variação temporal de demanda química de oxigênio	51
12- Variação temporal de demanda bioquímica de oxigênio	53
13- Variação temporal de oxigênio dissolvido	54
14- Variação temporal de coliformes totais	56
15- Variação temporal de Escherichia Coli	57
16- Oxitop – para determinação de DBO	62
17- Reagentes para determinar DQO	62
18- Cone Imhoff	62
19- Espectrofotômetro DR2500	63
20- Reagentes para análise de nitrogênio amoniacal	63
21- Cartelas para contagem de coliformes	63
22- OD- método titulométrico	64
23- Termômetro	64
24- Reator para digestão das amostras	64
25- Dados brutos das variáveis do córrego Limoeiro	66
26- Dados brutos das variáveis do rio Pirapozinho	67

LISTA DE QUADROS

1 - Classificação e usos preponderantes das águas doces CONAMA 357/05	24
2- Valores típicos de parâmetros de carga poluidora no esgoto sanitário	35
3- Caracterização de águas residuárias de alguns ramos industriais	36

RESUMO

O trabalho desenvolvido teve ênfase no monitoramento limnológico para verificar a qualidade da água do córrego Limoeiro no município de Presidente Prudente e rio Pirapozinho, município de Pirapozinho, no período de 2006 a 2013. Nesta análise temporal foi investigado o comportamento dos corpos hídricos ao deixarem de absorver os esgotos domésticos provenientes da zona urbana dos referidos municípios. A escolha das variáveis foi feita com base nos critérios de custo, tempo e mão de obra. Da mesma forma, as seções nos canais das bacias hidrográficas, foram selecionados de maneira que coincidissem com as que são parte da minha rotina de trabalho. Assim, a metodologia utilizada foi baseada em instruções de trabalho desenvolvidas com referências do *Standard Methods For Examination of Water and Wastewater 22nd Edition, 2012*. Os resultados obtidos durante os estudos apontaram para uma melhoria em ambas as seções, os registros de DQO, DBO e OD foram as variáveis que mais significativamente demonstraram essa melhoria nos corpos hídricos. Com base nos resultados foi possível concluir que a partir de 2008 os córregos que já haviam deixado de absorver matéria orgânica proveniente dos despejos urbanos, apresentavam significativa recuperação da sua pureza tendo suas águas menos poluídas e seus padrões de qualidade dentro das respectivas classes de enquadramento ambiental.

Palavras chaves: rio Pirapozinho, córrego Limoeiro, qualidade da água.

ABSTRACT

The main purpose of this work was the limnological monitoring to verify the water quality of the Limoeiro stream water in the city of Presidente Prudente – SP, and the Pirapozinho River located in the city of Pirapozinho – SP from 2006 to 2013. In this study, I analyzed the behavior of these water bodies when they no longer received domestic sewage without treatment from the referred cities since the construction of wastewater treatment plants. The choice of parameters monitored was made based on the criteria of cost, time and labor. Similarly, I selected the sections in the channels of the river basins in order to coincide with those of my routine work. The methodology used was based on work instructions found on *Standard Methods For Examination of Water and Wastewater 22nd Edition, 2012*. The results obtained during the studies pointed to an improvement in both sections and the records of COD, BOD and DO were the variables that most significantly recovered in these water bodies. Based on the results, from 2008 onwards the streams that did not receive urban sewage showed significant recovery of its purity, with their water less polluted and their quality standards within their environmental framework classes.

Key-words: Pirapozinho river, Limoeiro stream, water quality.

Sumário

1. Introdução.....	13
2. Objetivos.....	17
3. Revisão Bibliográfica	17
3.1. Bacia Hidrográfica: conceitos e definições	17
3.2. Recursos Hídricos.....	19
3.2.1. Gestão dos recursos hídricos	20
3.2.2. Qualidade da Água: conceito, classificação e características.....	23
3.2.3. Alterações na qualidade da água	30
3.2.4. Fontes de poluição dos recursos hídricos	32
3.3. Sistemas de Esgotamento Sanitário nos municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho, no estado de São Paulo.....	37
3.3.1. Presidente Prudente: serviço de coleta e tratamento de esgoto	38
3.3.2. Pirapozinho: serviço de coleta e tratamento de esgotos.....	39
4. Material e Métodos.....	39
4.1. Área de Estudo	39
4.1.1. Descrição do Córrego Limoeiro e seção de amostragem	41
4.1.2. Descrição do rio Pirapozinho e seção de amostragem	41
4.2. Monitoramento das seções amostrais e protocolos laboratoriais.....	42
5. Resultados e Discussões	44
5.1. Variação temporal do pH nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho	45
5.2. Variação temporal da temperatura nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho	46
5.3. Variação temporal do resíduo sedimentável nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	47
5.4. Variação temporal do nitrogênio amoniacal nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	48
5.5. Variação temporal da demanda química de oxigênio nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	50
5.6. Variação temporal da demanda bioquímica de oxigênio nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	51

5.7. Variação temporal do oxigênio dissolvido nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	53
5.8. Variação temporal de coliformes totais nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	54
5.9. Variação temporal de Escherichia Coli nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.....	56
6. Considerações Finais.....	57
7. Bibliografia.....	58
APÊNDICE A	
APÊNDICE B	

1. Introdução

A água é a substância mais abundante na biosfera e todas as formas de vida dependem desse componente. De acordo com Mota (2008), entre os recursos naturais que o ser humano dispõe, a água consta como um dos mais importantes, visto que é indispensável para sua sobrevivência.

A água é um recurso utilizável para múltiplos fins, desde a manutenção da vida às atividades econômicas. Segundo Derisio, (2012), a água serve para abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação animal, preservação da flora e fauna, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação e diluição de despejos.

O grupo de usos que fazemos da água pode ser subdividido em dois: o consuntivo, que implica a retirada da água das coleções e o não consuntivo, que se trata do uso onde não há necessidade de retirar a água das coleções hídricas. (DERISIO, 2012).

Embora dependam das águas para sobrevivência e o desenvolvimento econômico, as sociedades humanas poluem-nas e degradam-nas, tanto as superficiais quanto as subterrâneas. (TUNDISI, 2003).

Segundo Mota, (1995), quase todo uso que o ser humano faz dos recursos hídricos geram resíduos que, por sua vez, voltam para o ciclo hidrológico como poluentes.

A poluição do recurso hídrico ocorre em diversas formas. O manancial pode ser alcançado, de acordo com Mota, (2008), por fontes localizadas (pontuais) e não localizadas (difusas). As fontes localizadas são aquelas que têm um local determinado de lançamento, como as tubulações de esgotos domésticos e industriais. As fontes difusas alcançam os mananciais de forma espalhada e, por isso, são de difícil identificação.

Dentre os tipos de poluição dos corpos d'água, Derisio (2012) destaca aquela de origem urbana, tanto proveniente dos esgotos domésticos lançados direta ou indiretamente quanto de origem industrial, de maneira geral. O controle desses tipos de poluição é feito através da implantação de estações de tratamento de efluentes para evitar o lançamento ou liberação de resíduos *in natura* nos corpos hídricos.

No Brasil, o lançamento ou a liberação de despejos em corpos d'água são regulados, segundo von Sperling (1998), por padrões cujo objetivo é resguardar a qualidade das águas do corpo receptor. O padrão de lançamento é uma importante convenção prática, que visa facilitar a fiscalização dos poluidores e a detecção e autuação dos responsáveis pela degradação da qualidade do corpo receptor.

Esta padronização segue a hierarquia da legislação ambiental brasileira, ou seja, federal, estadual e municipal, mantendo-as, complementando-as ou, eventualmente, aplicando maiores restrições.

Na esfera federal os padrões são regidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que 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. Esta Resolução CONAMA foi alterada pelas Resoluções CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008, CONAMA nº 410, 04 de maio de 2009 e CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.

Dentre os estados brasileiros, alguns não possuem legislação específica e utilizam apenas as Resoluções CONAMA. Outros estados, como por exemplo, Alagoas, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Ceará, complementam ou aplicam padrões mais restritivos e, desta forma, diferem da legislação nacional (VON SPERLING, 1996; VERÓL, VOLSCHAN JR., 2007).

Para o caso do estado de São Paulo, em termos de controle de poluição das águas, o estabelecimento dos padrões está disposto no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente.

Já na esfera municipal o controle de poluição hídrica não é amparado por praticamente nenhum dispositivo legal. Alguns municípios criaram Departamentos e Secretarias Municipais do meio Ambiente. (DERISIO, 2012).

Segundo Veról e Volschan Jr., (2007) apesar da existência de padrões de qualidade ambiental para as bacias hidrográficas brasileiras, as mesmas estiveram continuamente sujeitas à degradação ao longo dos anos. Em função do aporte de esgotos sanitários não tratados, as bacias urbanas foram as mais prejudicadas. De acordo com os autores, o Brasil possui baixos índices de cobertura por sistemas de esgotamento sanitário, isso traz a necessidade de investimentos para suplantá-los e fixação de metas progressivas e diferenciadas de controle da poluição entre os usuários da bacia, com base na qualidade de água do corpo receptor.

Em cidades do oeste paulista, este cenário de degradação em função do aporte de esgotos sanitários é evidente. Neste contexto, destaca-se o município de Presidente Prudente e Pirapozinho.

Em Presidente Prudente, a Estação de Tratamento de Esgotos Limoeiro, empreendimento operado pela Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), empresa ligada à Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Governo do Estado de São Paulo, teve o seu início de teste operacional em maio de 2004 e o início operacional oficial em setembro de 2004. Até então, o córrego Limoeiro recebia os despejos líquidos do município sem tratamento.

Em Pirapozinho a Estação de Tratamento de Esgotos, também operada pela SABESP, teve início operacional em 2003. Antes disso, os esgotos gerados pelo município eram lançados sem tratamento no rio Pirapozinho.

O completo sistema de esgotamento sanitário, com coleta, afastamento e tratamento de esgotos, proporciona melhoria da qualidade ambiental de nossas bacias hidrográficas. Por sua vez, o monitoramento das características físicas, químicas e biológicas das águas é uma importante ferramenta para verificar/avaliar a melhoria ou não de sua qualidade e dos corpos receptores.

Ele visa realizar a medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhar a evolução das condições ao longo do tempo. Também é importante para averiguar as tendências na qualidade do meio aquático, e para observar como este é afetado por contaminantes e/ou atividades antrópicas (HESPANHOL, 2009).

Diante do exposto, a presente pesquisa buscou monitorar variáveis físicas, químicas e biológicas das águas do rio Pirapozinho e do córrego Limoeiro. Estes, por sua vez, pertencem à bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema - UGRHI-22, no Oeste Paulista. O objetivo foi verificar os parâmetros de qualidade das variáveis, anteriormente apontadas, no decorrer do tempo.

Com isso, este estudo buscou responder se a operação dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios trouxe benefícios à qualidade ambiental das bacias hidrográficas em análise. Além do mais, procurou-se compreender a condição da qualidade das águas destas bacias em relação aos padrões exigidos pela legislação ambiental.

Aqui, destaca-se a importância de ter os diagnósticos da qualidade das águas destas bacias. Tal fato permite entender como as fontes de poluição existentes estão

interferindo em suas características e, se possível, controlá-las. Ademais, com estes documentos pode-se gerir as dinâmicas espaço-temporais de ocupação, a fim de se planejar as futuras fontes de poluição quanto aos tipos, seus atributos e magnitude. Desta forma, pressupõe-se que esse conhecimento pode evitar ou minimizar a degradação ambiental.

Desta maneira, apresenta-se uma **Revisão Bibliográfica**, onde se discute os temas relacionados à pesquisa, tais como: bacia hidrográfica, recursos hídricos, gestão dos recursos hídricos, qualidade da água, poluição e contaminação.

No item **Material e Métodos** são apresentadas as bacias do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho e suas problemáticas. Também são propostos os trabalhos de campo e protocolos laboratoriais para o monitoramento baseado em métodos analíticos consagrados pela comunidade internacional.

Com base nos itens anteriores, em **Resultados e Discussão** é apresentado o perfil temporal das variáveis monitoradas nas bacias hidrográficas em questão, com a discussão dos valores associados aos padrões referenciados pelas agências reguladoras e à problemática ambiental das bacias.

Nas **Considerações Finais** são colocadas as deduções lógicas, baseadas no diagnóstico da qualidade das águas em estudo e fundamentadas nas informações tratadas em todo o trabalho.

2. Objetivos

O objetivo geral do trabalho é oferecer um diagnóstico da qualidade das águas nas bacias do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, que permita refletir sobre suas problemáticas ambientais. Os objetivos específicos são: analisar a variação temporal de características físicas, químicas e biológicas das águas em seções dos corpos d'água, pertencentes aos municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho, respectivamente, e comparar com os padrões regulados pela legislação ambiental.

3. Revisão Bibliográfica

Neste item, apresenta-se a revisão da literatura sobre as temáticas que sustentam a presente pesquisa. A compreensão das bases científicas, reveladas nos levantamentos literários, objetivou a discussão dos resultados obtidos e conclusão acerca dos diagnósticos da qualidade das águas dos ambientes estudados.

3.1. Bacia Hidrográfica: conceitos e definições

Ao longo do tempo, a bacia hidrográfica foi conceituada por diversos autores segundo suas respectivas linhas de estudo. Tanto pesquisadores quanto gestores devem compreender as variadas visões acerca do tema para melhor interpretarem as definições e suas possibilidades de aplicação na realidade.

Alguns autores traçam semelhanças na definição do conceito de bacia hidrográfica devido à abordagem a ela atribuída. Para Barrella *et. al.* (2001), bacia hidrográfica é definida como um conjunto de terras delimitadas por divisores de água nas regiões mais altas do relevo, drenadas por um rio e seus afluentes, onde as águas pluviais, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma simples saída. Semelhantemente, Fernandes (1999) citado por Attanasio (2004), usa o termo bacia hidrográfica para referir-se a uma “compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água, drenada superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes”. Como mostra a figura 1.

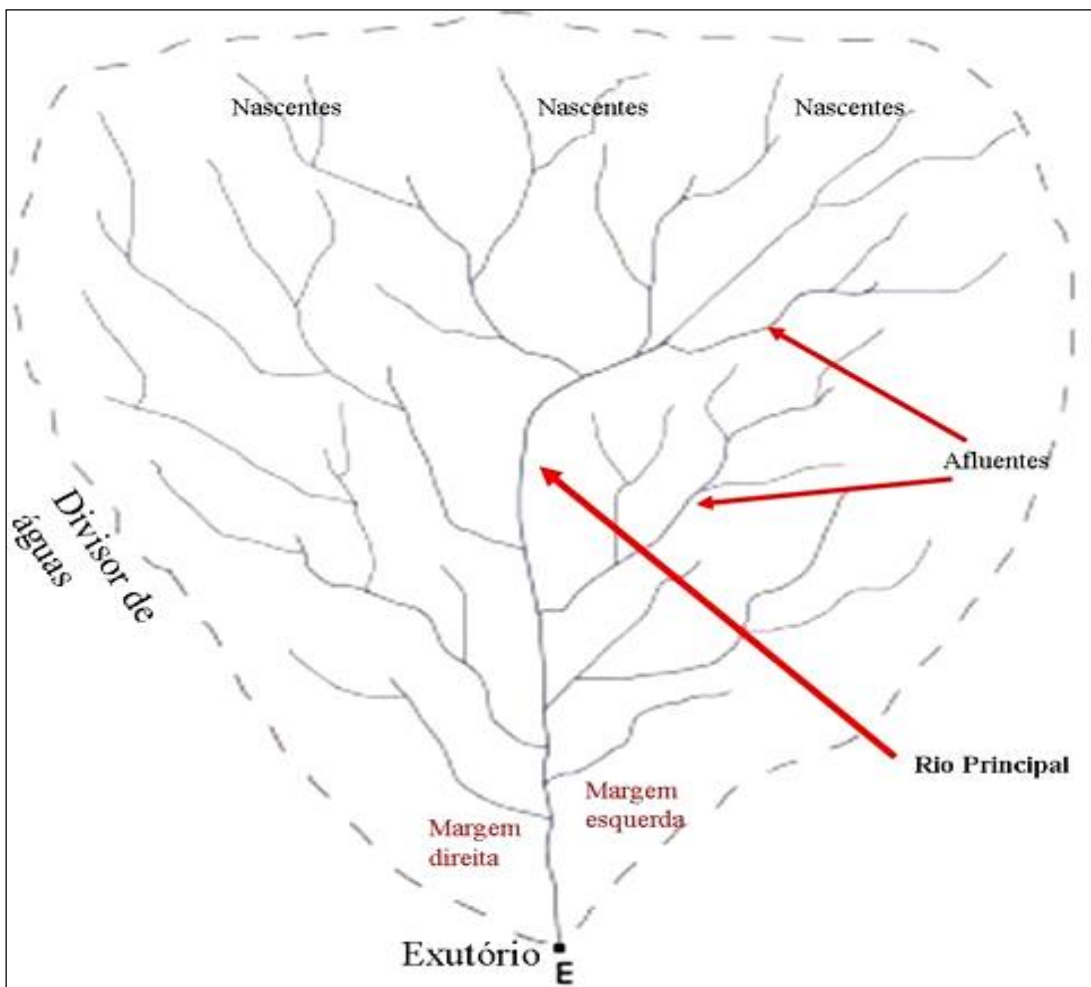


Figura 1: Ilustração de uma bacia hidrográfica mostrando os divisores de água, seus afluentes e a drenagem principal. Fonte: Adaptado de Zimbres, 2008.

Lima e Zakia (2000) entendem as bacias hidrográficas conforme uma perspectiva sistêmica. Para os autores, tratam-se de sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio. Assim, são descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Portanto, qualquer modificação, seja no recebimento/liberação de energia ou na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito resultante e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

O manual *World Vision*, (2004), caracteriza a bacia hidrográfica como um espaço tridimensional que integra as interações entre a cobertura do terreno, as profundidades do solo e o entorno das linhas divisórias das águas. Neste espaço estão inseridos os recursos

naturais e a infraestrutura criada pelo homem, por meio da qual são desenvolvidas as atividades socioeconômicas que geram diferentes efeitos favoráveis e desfavoráveis, para a natureza e sociedade.

A quantidade e qualidade da água de uma bacia hidrográfica, de acordo com Souza (1996), dependem das suas interações no sistema, tanto no plano espacial quanto temporal. Ainda nessa mesma linha de raciocínio, Valente & Castro (1981) dizem que a qualidade de cada corpo d'água está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, à distribuição de cobertura vegetal e ao grau e modalidade de atividade humana no âmbito da bacia.

Neste sentido, admite-se que as funções de força permanentemente atuantes sobre a bacia hidrográfica causam transformações dinâmicas nos diversos subsistemas (TUNDISI, 2003).

Com a apresentação das principais ideias sobre o conceito de bacia hidrográfica, compreende-se os motivos que repercutem, a quilômetros de distância, uma ação realizada em um segmento específico da bacia. Todos os componentes destes sistemas encontram-se interligados e os rios são os veículos dessa integração. De modo figurativo, é possível dizer que a hidrografia funciona como a drenagem sanguínea no corpo humano, na medida em que há o transporte de nutrientes de um órgão vital para outro.

Vale lembrar que, nas últimas décadas, o homem tomou consciência da escassez de água. Tal preocupação se deu a partir do fato constatado de que a seca provoca danos tanto ao meio ambiente quanto à sociedade. Estudiosos sobre Recursos Hídricos definiram a Bacia Hidrográfica como unidade de análise, planejamento e gerenciamento mais eficaz para caracterizar e combater os impactos ambientais (NASCIMENTO; VILLAÇA, 2008). Estes temas serão abordados na próxima seção.

3.2. Recursos Hídricos

Os recursos hídricos são as águas subterrâneas e superficiais, que se encontram disponíveis para qualquer tipo de uso. Além de nutrirem as florestas, as águas mantêm a produção agrícola e a biodiversidade nos ecossistemas. Portanto, os recursos hídricos são estratégicos para o homem e todas as plantas e animais. (TUNDISI, 2003).

A água, além de um recurso estratégico, é um bem comum que deve ser compartilhado por todos. Seus usos múltiplos e as permanentes necessidades para fazer frente ao crescimento populacional, às demandas industriais e agrícolas têm gerado uma forte pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos, para que haja disponibilidade em quantidade e qualidade desse bem, é uma premissa básica ao funcionamento das dinâmicas socioeconômicas, políticas e da relação entre os homens e a natureza.

3.2.1. Gestão dos recursos hídricos

Sob viés econômico e com enfoque na navegação comercial, a gestão da água no Brasil é mencionada indiretamente na Constituição Republicana de 1891. Com o passar dos anos, outros usos dos recursos hídricos tornaram-se objeto da atenção pública e, então, surgiu a necessidade de uma legislação nova que atendesse os anseios e interesses da coletividade nacional.

Para tanto, em 10 de julho de 1934 foi sancionado o Decreto Federal nº 24.643, que aprovou o Código de Águas. Este instrumento foi considerado inovador para a época. Também tornou-se mundialmente respeitado como uma das mais completas normas legais já concebidas sobre o tema. De acordo com o Código, a água foi categorizada em águas públicas, águas comuns e águas particulares. (PNRH, 2006)

Posteriormente, foi instituída uma série de artigos que caracterizaram os recursos hídricos enquanto bens públicos de domínio da União ou dos Estados. Por meio da Constituição Federal de 1988, foi possível definir responsabilidades e dominialidades dos corpos de água:

- ✓ Domínio da União: no caso de rios transfronteiriços e daqueles que percorrem dois ou mais Estados.
- ✓ Domínio dos Estados: no caso de águas subterrâneas e daqueles que tem nascente e foz no mesmo Estado.

Política Nacional de Recursos Hídricos

Em janeiro de 1997, foi promulgada a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

A referida lei introduziu fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão efetiva da água. As bases da Política Nacional de Recursos Hídricos definem a água como um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. Em situação de escassez, tem prioridade o consumo humano e dessedentação animal. Visam assegurar água em quantidade e de boa qualidade à atual e às futuras gerações. A lei parte do princípio de que a colaboração é fundamental para o delineamento de um futuro mais adequado em termos de disponibilidade hídrica. Para promover tal colaboração ela cria um sistema de gestão dotado das seguintes características: descentralização, participação, integração, coordenação e financiamento compartilhado. Para tanto, existe a necessidade de uma articulação sistemática entre os mesmos, de forma a garantir a efetiva aplicação da Política.

Instrumentos de gestão dos recursos hídricos

Para que seja assegurada a disponibilidade de águas em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, a Política institui, no Art. 5º, os instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Os principais instrumentos são:

- Os Planos de Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes;
- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os planos de recursos visam fundamentar, orientar e implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e o seu gerenciamento. São instrumentos estruturados de planejamento para proteção e recuperação dos recursos hídricos a curto, médio e longo prazo, com vistas a sua disponibilidade em quantidade e qualidade. Os planos de recursos hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

O enquadramento dos corpos d'água em classes é um instrumento que tem por objetivo assegurar qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas as águas. Bem como, desenvolver ações preventivas permanentes com intuito de minimizar os custos de combate à poluição. De acordo com o CONAMA, (357/05), o enquadramento é o estabelecimento da meta de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançada ou mantida em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

A outorga de direito de uso da água autoriza o uso de recursos hídricos e sua respectiva captação e lançamento, conforme volume e período indicado no instrumento legal. Tem por objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos dos recursos hídricos e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

A cobrança pelo uso da água é conceituada pelo preço público atribuído ao uso dos recursos, superficiais e subterrâneos. Este valor é fixado a partir de pacto estabelecido no comitê de bacia hidrográfica. O objetivo desse instrumento de gestão é reconhecer a água como um bem público de valor econômico, assim como promover a conservação, recuperação, manejo e utilização racional.

O sistema de informações sobre recursos hídricos, em linhas gerais, objetiva a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações acerca das águas e fatores intervenientes em sua gestão. Ele funciona de forma descentralizada para obtenção e produção de dados e informações, que são de acesso público.

Os instrumentos de gestão de recursos hídricos são fortemente interdependentes e complementares (ALVES, 2009). Devido a isso, é fundamental que haja sintonia entre todos eles para que seja efetiva sua funcionalidade.

O enquadramento dos corpos de água

Em 1955 foi regulamentado o primeiro sistema de classificação dos corpos de água do País, que enquadrou alguns rios por meio do Decreto Estadual nº 24.806. No âmbito federal, foi feito através da Portaria nº013, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério do Interior. As águas doces foram classificadas conforme os usos preponderantes. Com isso outros estados também adotaram essa medida.

A Portaria nº013, de 1976, foi substituída pela Resolução nº20, de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986). Em 1988, a Constituição

Federal entrou em vigor e concedeu poder à União para instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No estado de São Paulo, foi instituída a Política Estadual de Recursos Hídricos em 1991. Isto ocorreu por meio da Lei nº 7.663, de 30 de dezembro daquele ano (SÃO PAULO, 1991). Em 8 de janeiro de 1997, foi sancionada a lei federal nº 9.433. Esta tratou da Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. A partir de então, o enquadramento tornou-se um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

O enquadramento é referência para os outros instrumentos de gestão das águas (outorga e cobrança) e de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento). Portanto, é um importante elo entre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (ANA).

O enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Mais do que uma simples classificação, ele deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois toma como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão. O enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997).

3.2.2. Qualidade da Água: conceito, classificação e características

O termo “qualidade da água” não se refere necessariamente a um estado de pureza, pois, descreve basicamente as características físicas, químicas e biológicas, e considera a adequação do recurso hídrico para um determinado fim. Desta forma, a política normativa nacional de uso da água, como consta na Resolução número 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos a partir dos diferentes usos. Os corpos de água foram classificados em treze categorias: cinco classes de água doce (salinidade <0,5%), quatro classes salinas (salinidade superior a 30%) e quatro salobras (salinidade entre 0,5 e 30%).

Conforme a Resolução CONAMA nº357 de 2005, as águas doces são divididas em: classe especial e classes de 1 a 4, as águas salinas são classificadas em classe especial e classes de 1 a 4 e as águas salobras em classe especial e classes de 1 a 3.

As classificações das águas doces, salinas e salobras são feitas em função dos seus usos. Assim, a classe especial é a que possui melhor qualidade, portanto, não necessita de tratamento prévio para usos menos exigentes, enquanto que as de classe IV podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística.

Ainda conforme a mesma Resolução do CONAMA, o enquadramento dos corpos de água em classes se define pelo estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água. Isto é, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Neste sentido, cabe apresentar o quadro 01, em que consta a classificação das águas e os usos aos quais estão destinadas.

Quadro 01: Classificação das águas e usos preponderantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, para águas doces.

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/05. Organizado pelo autor.

Classificação das Águas	Usos preponderantes
Especial	Abastecimento e consumo humano, com desinfecção, preservação do equilíbrio natural das comunidades e ambientes aquáticos em unidades de conservação e proteção integral.
Classe 1	Abastecimento doméstico, após tratamento prévio ou com simples desinfecção.
Classe 2	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho)
Classe 3	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e a dessedentação de animais.
Classe 4	Abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação.

De acordo com cada classificação de água, os padrões de qualidade variam. Os usos a que se destinam essas águas também são diferenciados e, assim, é possível preservá-las para que seja mantida sua qualidade e garantida a sua disponibilidade.

Para o estado de São Paulo, o Decreto nº 10.755¹ estabelece o enquadramento dos corpos d'água paulistas. Quanto ao lançamento de efluentes, o Decreto nº 8.468/76 classifica e estabelece padrões de qualidade com a finalidade de prevenção e controle de poluição para as águas interiores.

Neste mesmo estado, os lançamentos de efluentes devem respeitar os padrões de qualidade estabelecidos pelo Decreto nº 8.468. Isto para que a qualidade do corpo receptor não seja alterada quando lançado um despejo. Deste modo, campanhas de monitoramento no corpo receptor são necessárias, a fim de verificar se as variáveis seguem o padrão exigido pelas agências reguladoras.

Segundo Porto *et. al.* (2002), para cada classe de enquadramento, deverão ser planejadas ações de monitoramento, a fim de identificar a condição de qualidade do respectivo corpo hídrico, considerada a variação sazonal natural e a representatividade das amostras. Uma vez identificada a condição de qualidade da água, devem ser avaliados os parâmetros que não atendem às condições mínimas exigidas para a classe de enquadramento. Assim, é preciso buscar a adequação das águas aos usos atuais e futuros, ressalvados os parâmetros onde o não atendimento é devido a condições naturais.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, o monitoramento é a medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade hídrica, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo d'água.

O monitoramento é uma importante ferramenta para verificar/avaliar o nível de poluição. Ele prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem selecionados, de modo a acompanhar a evolução das condições da qualidade da água ao longo do tempo, fornecendo séries temporais de dados.

O propósito de implementar o monitoramento da qualidade deve ser diretamente relacionado aos objetivos específicos para os quais direcionam-se os trabalhos.

Dentre as diversas formas de avaliação de qualidade da água, o levantamento especial é projetado para atender as necessidades de um estudo em particular. Geralmente é feito por meio de campanhas intensivas e de determinada duração. (DERISIO, 2012)

¹ De 22 de novembro de 1977.

Algumas variáveis importantes na caracterização da qualidade da água

Potencial Hidrogeniônico – pH

Este indicador, mais conhecido por pH, nada mais é que uma relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons (H⁺) e (OH⁻).

A faixa de variação do pH vai de 0 a 14, sendo 7,0 o valor considerado neutro, no qual a concentração de (H⁺) é igual a concentração de (OH⁻). Quando há predominância de íons (H⁺), ocorrem valores de pH menores que 7,0; é o chamado pH ácido. No caso de predominância dos íons (OH⁻), o pH será maior que 7,0 e tem-se o pH básico (DERISIO, 2012). As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade das águas. Naquelas que são naturais às variações destes parâmetros, isto ocorre geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração / fermentação de todos os organismos presentes na massa d'água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986). De acordo com Sperling (1996), a variação do pH pode ter origem natural (dissolução de rochas, absorção de gases, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese) e/ou origem antropogênica (despejos domésticos e despejos industriais).

Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagâmetro digital (ESTEVES, 1988).

Temperatura da Água

A temperatura é uma característica física das águas. Trata-se de uma medida de intensidade de calor, na qual a presença dos gases na água, ou, mais exatamente, a solubilidade dos gases nos líquidos, é inversamente proporcional à temperatura.

Nos corpos d'água superficiais, o aumento da temperatura é promovido principalmente por despejos de origem industrial e descargas de usinas termoelétricas. À

flora e à fauna aquáticas, os efeitos danosos provocados pelo aumento da temperatura são indiretos, pois, a elevação térmica implica maior movimentação dos seres aquáticos, com consequente acentuação do consumo de oxigênio dissolvido e diminuição do poder de retenção desse líquido (DERISIO, 2012).

Resíduo Sedimentável

Consideram-se como sólidos sedimentáveis aqueles cujas partículas são capazes de sedimentar no período de 1 hora. O valor é expresso em ml/l, medido em um recipiente denominado cone Imhoff. A fração que não sedimenta representa os sólidos não sedimentáveis - usualmente não expressos nos resultados de análises (SPERLING, 1996).

Para Branco (1983), os resíduos sedimentáveis devem ser considerados na avaliação da poluição de um rio. Estes consistem de partículas que, aos poucos, depositam-se no fundo do rio, introduzidas pelos esgotos ou despejos industriais.

Nitrogênio Amoniacal

Nitrogênio amoniacal corresponde ao nitrogênio proveniente de um composto derivado do amoníaco. Normalmente, é expresso em miligramas de nitrogênio por litro (NBR 9896/1993).

O Programa Água Azul² diz que o nitrogênio amoniacal ou amônia é formado por processo de decomposição de matéria orgânica, é uma substância não persistente e não cumulativa que não provoca danos fisiológicos a humanos ou animais, porém em grandes quantidades pode causar sufocamento de peixes.

Segundo Sperling (1996), em um curso d'água, se a poluição é recente, o nitrogênio estará basicamente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia e, se antiga, na de nitrato, em que as formas de nitrito são mais reduzidas.

² Este programa é uma iniciativa do governo estadual do Rio Grande do Norte e ele consiste na medição e verificação periódica de parâmetros de qualidade de água, tanto para o acompanhamento da condição atual, sua evolução e controle da qualidade do corpo de água quanto para possibilitar a projeção de situações futuras. As informações aqui apresentadas foram obtidas no endereço eletrônico: <http://www.programaaguaazul.rn.gov.br/index.php>

O nitrogênio amoniacal total é a soma do gás amônia (NH₃) e do íon amônia (NH₄)³.

Demanda Química de Oxigênio - DQO

A DQO corresponde à oxidação química da matéria orgânica de um líquido, obtida usando-se um forte oxidante (dicromato de potássio) em meio ácido.

A determinação da DQO resulta numa indicação do oxigênio necessário para estabilização da matéria orgânica (MOTA, 2008).

O teste mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. O valor obtido é, portanto, uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente. As principais vantagens do teste de DQO são as seguintes: leva apenas de 2 a 3 horas para ser realizado; o resultado fornece uma indicação do oxigênio requerido para estabilização da matéria orgânica; conforme Sperling (1996), o teste não é afetado pela nitrificação e aponta apenas a oxidação na matéria orgânica carbonácea (e não na nitrogenada).

Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), refere-se à quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobiamente por via biológica (MOTA, 1995). A DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Conforme Jordão & Pessôa (1995, p. 32), “a forma mais utilizada para medir a quantidade de matéria orgânica presente é através da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).”

Em um corpo d'água, altas concentrações de DBO_{5,20} são, geralmente, provocadas pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandade de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

³ Maiores informações no site do Programa Água Azul.

Oxigênio Dissolvido - OD

A maior parte dos seres aquáticos necessitam de oxigênio para sobreviver. Segundo Sperling (1996), o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

Do ponto de vista ambiental, o decréscimo da concentração de OD tem diversas implicações, sobretudo em decorrência do desequilíbrio ecológico causado entre as comunidades aquáticas (ReCESA, 2007).

A concentração de OD na água depende de dois fatores principais: a temperatura aquática e a pressão atmosférica. Quanto menor a temperatura e maior a pressão, maior é a oxigenação da água. As principais fontes de perda de OD são o consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como o ferro e o manganês (ESTEVES, 1998).

Coliformes Totais

Os Coliformes Totais pertencem a um grande grupo de bactérias que tem sido isolado de amostras de águas e solos poluídos, assim como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente (SPERLING, 1996).

Coliformes Fecais – *Escherischia coli*.

Jordão & Pessôa (1995) salientam que os organismos do grupo coliforme são adotados como indicadores da poluição de origem humana, por serem de simples determinação e típicos do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (no excremento humano há 100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia). Sperling (1996) esclarece:

Os coliformes fecais são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais. O teste para determinar coliformes fecais é feito a uma elevada temperatura, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. A *Escherischia Coli* é uma bactéria pertencente a este grupo. (SPERLING, 1996, p. 75)

Neste sentido ReCESA, (2007) salienta que os principais organismos indicadores de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliformes. Assim os

coliformes totais (CT) estão presentes nas fezes, mas também em águas e solos não contaminados. Os coliformes fecais termotolerantes pertencem a um grupo predominantemente presente nas fezes, contudo, o teste pode incluir bactérias não fecais. Por fim, o *Escherichia coli* (EC) é a principal bactéria do grupo coliformes fecais, abundante nas fezes dos animais e que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal, contudo, não dá garantia que a contaminação seja humana.

3.2.3. Alterações na qualidade da água

Os usos e atividades urbanas e rurais insustentáveis provocam alterações no ambiente natural, com reflexos nos recursos hídricos.

Quando se trata da degradação dos recursos hídricos é possível observar sua intensificação devido à falta de cuidado no manejo dos resíduos urbanos e rurais, que atingem os corpos d'água.

O ambiente sofre alterações conforme os diferentes usos da terra. Desta forma, o comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de diversas fontes de poluição, deflúvio superficial agrícola e esgotos residenciais – de áreas urbanas e rurais.

A poluição doméstica é constituída basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos. A aplicação de pesticidas e fertilizantes acarretam ao corpo hídrico sedimentos, nutrientes, agrotóxicos e dejetos animais por decorrência do deflúvio agrícola superficial (MERTEN e MINELLA, 2002). Por esse motivo, a quantidade e qualidade dos recursos hídricos devem ser preservadas através do disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, pois, as alterações provocadas devem ser compatíveis com os mananciais.

A supressão da vegetação, causada pela ocupação desordenada, compacta e impermeabiliza o solo. Assim, a infiltração e recarga dos cursos d'água ficam impedidas. Tucci (2006), afirma que com a urbanização, a cobertura da bacia é em grande parte impermeabilizada com edificações e pavimentos e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando redução da infiltração no solo.

Outro problema para os corpos hídricos é a produção e carreamento de resíduos, que comprometem a conservação da água em termos de quantidade e qualidade. Um claro exemplo se observa através do impacto antrópico em áreas urbanas com a inserção dos

esgotos domésticos e industriais no ambiente aquático. Muitos municípios brasileiros ainda não possuem tratamento de esgotos domésticos. Holt (2000) aponta algo interessante: se, por um lado, a industrialização, urbanização e intensificação das atividades agrícolas têm resultado no aumento da demanda da água; por outro, aumentam a contribuição de contaminantes nos corpos d'água.

Dessa forma, registra-se a introdução de uma complexa mistura de substâncias orgânicas biodegradáveis e de nutrientes inorgânicos capazes de provocar uma redução na qualidade da água.

A população brasileira é predominantemente urbana. Os sítios urbanos se localizam próximos e sobre os canais aquáticos, principalmente as áreas mais industrializadas. Isto para facilitar o uso dos corpos d'água para o esgotamento dos seus efluentes e dos esgotos gerados pela população em geral.

Novotny *et al.* (1993) reforçam que a urbanização provoca alterações na composição atmosférica, nos aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos receptores e outros corpos d'água, além de mudanças nos solos das bacias.

Os sistemas ecológicos nativos são substituídos pelo espaço das cidades. Nesse contexto de ressignificação ambiental, a bacia hidrográfica se torna a grande receptora das diversas fontes de contaminação tais como: indústrias, sistemas de coleta e tratamento de efluentes domésticos, coleta e disposição de resíduos sólidos (aterros, lixões), deposição de detritos e restos de materiais diversos. Por isto, tratar dos conceitos de contaminação e poluição é algo que se faz relevante nesse momento.

3.2.3.1. Contaminação e poluição: conceitos

De acordo com a definição dada pela CETESB, a contaminação é a introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana. É um caso particular de poluição, cuja referência está mais restrita ao uso da água como alimento e não, necessariamente, como ambiente (BRANCO, 1983).

Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), define-se como água poluída aquela cuja composição tenha sido direta ou indiretamente alterada e invalide parcial ou totalmente os fins ao qual se destinava.

De acordo com Branco (1983), poluição tem sido definida como qualquer modificação de características de um ambiente de modo a torná-lo impróprio às formas de vida que ele normalmente abriga.

Poluição pode ser entendida como qualquer interferência danosa nos processos de troca de energia e matéria em um ecossistema. Também pode ser definida como um conjunto de fatores limitantes para o homem, constituídos de substâncias nocivas (poluentes) que, uma vez introduzidas no ambiente, podem ser efetiva ou potencialmente prejudiciais às pessoas e seus locais de moradia. Conforme Pereira (2004), a água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades humanas, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor.

3.2.4. Fontes de poluição dos recursos hídricos

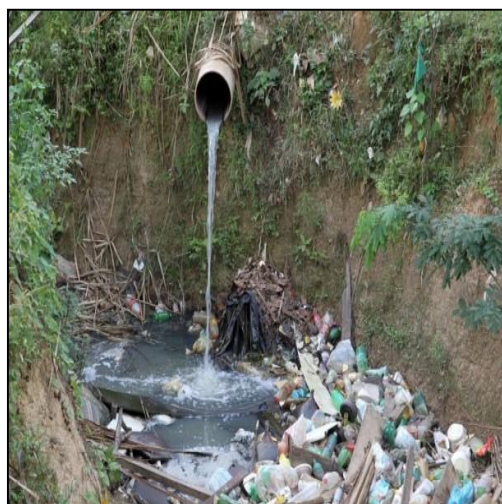
Em linhas gerais, pode-se dizer que as poluições ocorrem através de adição de substâncias que interferem negativamente nas características físicas e químicas das águas e afetam o seu consumo.

Existe uma diversidade de poluentes, que são lançados nos corpos d'água. Eles podem ser classificados a partir de dois grandes grupos: pontual e difuso.

De acordo com Mota (2008), as fontes localizadas (pontuais) são aquelas que têm um local determinado de lançamento, como as tubulações de esgotos domésticos e industriais. O esgotamento doméstico e a criação de animais confinados são as fontes de poluição pontual mais relevantes no meio rural. Devido ao fato de se caracterizarem por um simples ponto de lançamento, afirma-se que isso facilita o sistema de coleta e tratamento (MEYBECK, 2004). As figuras abaixo exemplificam o lançamento de esgoto através de fontes pontuais.



A)



B)

Figura 2: A e B tubulação de lançamento de esgoto em um corpo receptor. Fonte Agência de Notícias do Acre. (Acesso em maio de 2014)

O prévio tratamento desses resíduos, em geral, pode reduzir significativamente o impacto causado no corpo receptor. No entanto, o lançamento direto ainda é muito comum, essa prática pode causar danos à biota, aos recursos hídricos e a todos componentes da bacia hidrográfica.

As contribuições das fontes de poluição difusa, são feitas de forma espalhada por vários pontos de descarga dificultando sua identificação e sua mitigação (MOTA, 2008).

As concentrações dos poluentes aumentam durante o período de chuvas, quando ocorre escoamento superficial com a condução de material para os corpos d'água. De acordo com Meybeck (2004), a redução dessas fontes geralmente requer mudanças de certas práticas de usos da terra e a melhoria dos programas de educação ambiental. As figuras seguintes representam corpos hídricos afetados pela poluição difusa.



Figura 3: C e D corpos hídricos poluídos por fontes difusas. Fonte: Plano de Manejo de Águas Pluviais de São Paulo. (Acesso em maio de 2014)

As fontes de poluição citadas alteram as características dos corpos hídricos. Tais modificações podem ser mensuradas através de aferições nos aspectos físicos, químicos e biológicos. Assim, as diferentes fontes de contaminação, que podem atingir um corpo hídrico, são enquadradas nos subgrupos anteriormente mencionados.

Já os esgotos normalmente são classificados em outros dois grupos: os de origem domiciliar e os de origem industrial.

Aqueles de origem doméstica são constituídos, primeiramente por matéria orgânica biodegradável, microrganismos (bactérias, vírus etc.), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais (BENETTI; BIDONE, 1995). São provenientes de residências, hotéis, edifícios, instalações comerciais entre outros. São águas componentes do esgoto doméstico: as utilizadas na higienização, banho, vasos sanitários, enfim, atividades residenciais em geral.

No quadro 2, são mostrados os valores em mg/L das principais variáveis investigadas nos esgotos domésticos para determinar sua carga poluidora.

Quadro 2: Valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/L) no esgoto sanitário

Parâmetros	Condições do Esgoto		
	Forte	Médio	Fraco
DBO ₅ (20°C)	300	200	100
O. C.	150	75	30
O. D.	0	0	0
Nitrogênio Total	85	40	20
Nitrogênio Orgânico	35	20	10
Amônia Livre	50	20	10
Nitrito, NO ₂	0,10	0,05	0
Nitratos, NO ₃	0,40	0,20	0,10
Fósforo Total	20	10	5
Orgânico	7	4	2
Inorgânico	13	6	3

Fonte: Jordão (1995).

Os esgotos de origem industrial são as águas alteradas no processo de produção, que adquirem os resíduos dos produtos fabricados. Dessa forma pode-se afirmar que os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais e adquirem características próprias, em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares (JORDÃO, 1995).

O quadro 3 mostra algumas características dos efluentes inerentes ao processo industrial.

Quadro 3: Caracterização de águas residuárias de alguns ramos industriais.

Ramo industrial	Efluentes
Têxtil	Ácido e álcalis, cor, material em suspensão, óleos e graxas.
Óleos vegetais	Matéria orgânica, nutriente, material em suspensão, óleos e graxas.
Matadouros	Material em suspensão, nutrientes, matéria orgânica, cor e microorganismos.
Galvanoplastia	Metais pesados, cianetos, acidez, material em suspensão e dissolvido

Fonte: Adaptado de Pereira (2004).

Ao receber as cargas poluentes, o corpo hídrico tem suas características modificadas. Assim, o grau de poluição é mensurado através de aferição de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Para Pereira (2004), os aspectos físicos são analisados sob o ponto de vista de sólidos, gases e temperatura. As características químicas, em relação às substâncias orgânicas e inorgânicas e as biológicas sob o ponto de vista da vida animal, vegetal e organismos unicelulares.

A poluição química é bastante abrangente devido à grande variedade de alterações ecológicas que pode provocar.

Para Branco (1983), este é o caso mais geral de poluição, incluindo desde as alterações causadas por esgotos domésticos até as pequenas modificações em função da introdução de componentes específicos de resíduos industriais.

De acordo com Pereira (2004), dois tipos de poluentes caracterizam a poluição química. Primeiramente, o grupo dos poluentes biodegradáveis, ou seja os produtos químicos que são decompostos pela ação das bactérias – detergentes, inseticidas, fertilizantes, petróleo etc. Depois, o grupo dos poluentes persistentes como o DDT – diclodifenitricloroetano – e o mercúrio. Estes são produtos químicos que se mantêm por longo tempo no meio ambiente e nos organismos vivos e podem causar sérios danos – contaminação de alimentos, peixes e crustáceos.

Os fatores que acarretam a poluição física são bastante variados. Para Branco (1983), os esgotos contêm grande quantidade de partículas microscópicas suspensas no meio que alteram a cor e a turbidez da água.

Conforme Braga (2002), geralmente a poluição biológica é causada por detritos orgânicos lançados no ambiente através de esgotos domésticos e industriais. Por exemplo, restos de alimentos, sabões, detergentes, papel, fezes humanas etc.

A poluição biológica resulta da presença de microrganismos patogênicos na água. Assim, ela pode conter:

- ✓ Bactérias - provocam infecções intestinais epidêmicas e endêmicas (febre tifóide, cólera, shigelose, salmonelose, leptospirose etc.)
- ✓ Vírus - provocam hepatites, infecções nos olhos etc.
- ✓ Protozoários - Responsáveis pelas amebíases e giardíases, etc.
- ✓ Vermes - Esquistossomose e outras infestações.

3.3. Sistemas de Esgotamento Sanitário nos municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho

Conforme publicação da Agência Brasil de Comunicação:

A falta de sistemas de esgotamento sanitário atinge quase metade (44,8%) dos municípios brasileiros. A Região Norte é a que apresenta a situação mais grave. Apenas 3,5% dos domicílios de 13% dos municípios da região têm acesso à rede coletora de esgoto.

A informação faz parte do Atlas do Saneamento 2011 do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), com base na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008. A pesquisa aponta que, dos serviços de saneamento, o esgotamento sanitário é o que apresenta menor abrangência municipal. Em 2008, 68,8% do esgoto coletado no país recebeu tratamento. Essa quantidade, porém, foi processada por apenas 28,5% dos municípios brasileiros, confirmando acentuadas diferenças regionais. Enquanto 78,4% das cidades paulistas ofertam sistemas de coleta e tratamento de esgotos à população. (Agência Brasil de Comunicação – artigo publicado em 2011 no sítio eletrônico).

Diante desta problemática, serão analisados os serviços de coleta e tratamento de esgoto nos municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho.

3.3.1. Presidente Prudente: serviço de coleta e tratamento de esgoto

Presidente Prudente possui população estimada em 2013 de 218.960 habitantes (IGBE, 2010), sua extensão territorial é de 562,794 Km². Neste município a produção de água potável, a coleta, afastamento e tratamento de esgotos atende a população em sua totalidade, os serviços são realizados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Atuante desde 1973, a Sabesp é uma empresa de economia mista responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de 364 municípios do Estado de São Paulo. É considerada uma das maiores empresas de saneamento do mundo em população atendida. São 27,7 milhões de pessoas abastecidas com água e 24,7 milhões de pessoas com coleta de esgotos.

Além do saneamento básico, a Sabesp está habilitada a atuar nos mercados de drenagem, serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e energia (SABESP, 2014).

Em Presidente Prudente, a empresa iniciou sua atuação em meados dos anos 70. No início, sua atenção esteve voltada ao abastecimento de água potável à população devido ao déficit em termos de qualidade e quantidade. Na década de 90, a Sabesp também se voltou para o tratamento de esgotos quando começou a construção da estação de tratamento com o objetivo de fechar o ciclo de saneamento.

Vale lembrar que o tratamento efetivo dos esgotos gerados na referida cidade teve início em 2003. Atualmente, o tratamento total dos esgotos de Presidente Prudente - e parcial, na cidade de Álvares Machado - são realizados na Estação de Tratamento de Esgotos – Limoeiro.

A nascente do Córrego Limoeiro fica em área urbanizada, próxima ao centro da cidade, e encaminha-se no sentido sudoeste. Ele faz parte da bacia do rio Santo Anastácio que, por sua vez, é tributário do rio Paranapanema.

Segundo o Decreto Estadual nº10.755⁴, o córrego Limoeiro é classificado como de classe 4 - desde a confluência do córrego do Veado até a confluência com o Ribeirão Santo Anastácio, no Município de Álvares Machado.

⁴ De 22 de novembro de 1977.

3.3.2. Pirapozinho: serviço de coleta e tratamento de esgotos.

Pirapozinho, de acordo com IBGE (2010), possui uma população de 26.374 habitantes e a unidade territorial alcança uma área de 477,988 Km².

Neste município, a atuação da Sabesp iniciou em 1978. Assim como em Presidente Prudente, a operação da estação de tratamento de esgoto passou a ocorrer em 2003 e atende 100% do município. Os efluentes tratados nesta estação são lançados no rio Pirapozinho. Este rio está classificado como de classe 2, conforme o Decreto Estadual nº 10.775.

O monitoramento do córrego Limoeiro e do rio Pirapozinho, onde foram implantadas as Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs -, é feito pela Sabesp e fiscalizada pela Cetesb. Bem como, o processo de tratamento pelo qual o esgoto passa antes do seu lançamento no corpo receptor, em atendimento ao Decreto Estadual nº 8.468⁵.

4. Material e Métodos

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi realizada revisão bibliográfica sobre a área de estudo e sobre os temas debatidos: monitoramento limnológico, bacia hidrográfica, gestão dos recursos hídricos e legislação ambiental.

4.1. Área de Estudo

A presente pesquisa analisou dados do monitoramento de características físicas, químicas e biológicas em seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, localizados em Presidente Prudente e Pirapozinho. A Figura 4 apresenta um croqui de localização dos municípios em relação ao estado de São Paulo e Brasil.

⁵ De 8 de setembro de 1976.

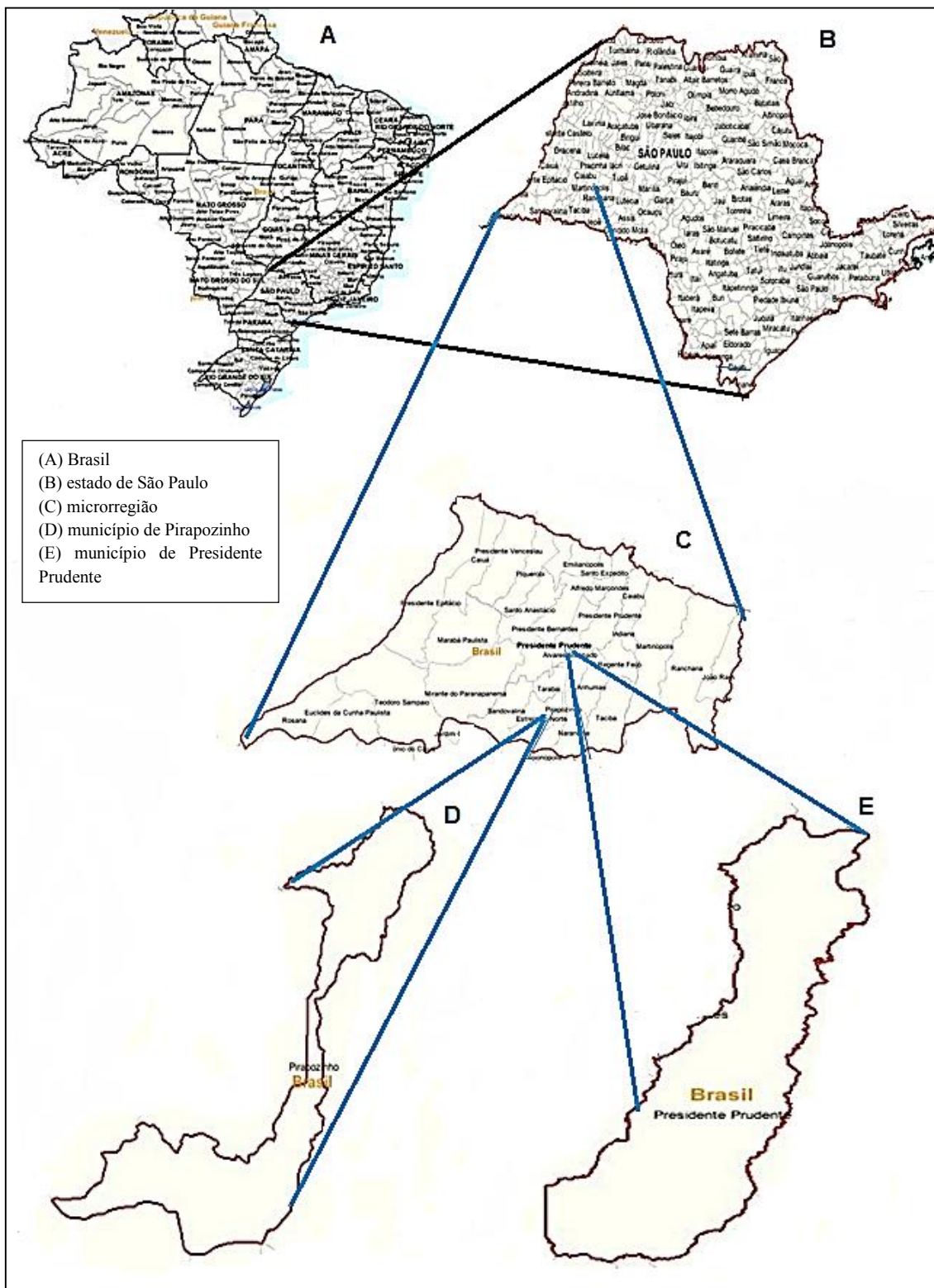


Figura 4: Croqui de localização da área de estudo: Brasil (A), estado de São Paulo (B), microrregião (C), município de Pirapozinho (D) e município de Presidente Prudente (E). Fonte: SIDRA-IBGE, adaptação da autora.

4.1.1. Córrego Limoeiro - seção de amostragem

O trecho do córrego Limoeiro definido para estudo situa-se no município de Presidente Prudente, 200 metros a montante do lançamento do efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto Limoeiro (ETE Limoeiro). As coordenadas geográficas desta seção são 22°11'59.77''S, 51°46'98.88''W e a altitude é de 368,32 metros. No trecho amostrado, o córrego apresenta mata ciliar parcial e é possível observar presença de materiais antrópicos depositados em seu leito e na Área de Preservação Permanente – sacolas, trapos, embalagens e entulhos de construção. A figura 5 apresenta a seção amostral para desenvolvimento do presente estudo.



Figura 5: Imagem da seção amostral do córrego Limoeiro, obtida do Google Earth.

4.1.2. Rio Pirapozinho - seção de amostragem

No trecho que passa pela cidade de Pirapozinho, do rio Pirapozinho, foi selecionada a seção que fica 200 metros a montante da Estação de Tratamento de Esgotos da referida cidade, de coordenadas geográficas 22° 15'37.96''S, 51° 30'48.91''O e altitude de 379 m. A figura 6 mostra a localização da amostragem feita no rio Pirapozinho.



Figura 6: Imagem da seção amostral do Rio Pirapozinho, obtida do Google Earth.

4.2. Monitoramento das seções amostrais e protocolos laboratoriais

Foram realizadas coletas trimestrais no Córrego Limoeiro e rio Pirapozinho entre os anos de 2006 e 2013.

Foi utilizado o método de amostragem simples que, de acordo com Derisio (2012), consiste na coleta de uma porção da água em determinada data e hora.

As variáveis limnológicas amostradas foram: pH, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido (OD), resíduo sedimentável, coliformes fecais e *Escherischia Coli*.

As análises foram realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Esgoto Limoeiro, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Foram utilizados aparelhos, normas e instruções internas e os métodos foram baseados no *Standard Methods For Examination of Water and Wastewater 22nd Edition* (2012).

As variáveis analisadas *in loco* foram pH e temperatura. Esta foi mensurada através de um termômetro com variação de 0°C a 50°C. Para determinar o pH da amostra foi utilizado o aparelho digital portátil da marca *Orion Star*, modelo A221.

Para determinar a DBO foi utilizado o método respirométrico, baseado na quantificação de matéria orgânica contida em uma amostra por meio da oxidação biológica em 5 dias. A DBO foi quantificada pelo consumo de oxigênio pelos microorganismos em ambiente rico em oxigênio e temperatura propícia para tal. Para esta análise utilizou-se o aparelho respirométrico da marca *Oxitop*.

A DQO foi mensurada através do método de refluxo fechado e colorimétrico, fazendo uso de reagente específico da marca *Hach*. A metodologia consiste em digerir a amostra a 150°C por duas horas e, após atingir temperatura ambiente, efetuar leitura em espectrofotômetro.

Para determinação de oxigênio dissolvido foi utilizado o método iodométrico que consiste na fixação do oxigênio da amostra com iodeto de azida sódica e sulfato manganoso ainda em campo, no laboratório a análise é concluída com adição de fluoreto de potássio e ácido sulfúrico titulada com tiosulfato de sódio, indicador de amido para visualização do ponto de viragem.

O ensaio de nitrogênio amoniacal foi feito utilizando-se o método colorimétrico com conjunto de reagentes da marca *Hach*, que é composto por tubo com reagente líquido onde deverá se inserir a amostra, um sachê contendo *Amonnia Salycilate* e outro com *Amonnia Cyanurate*. Para efetuar a análise na faixa alta, que contempla a faixa de 0 a 50 mg, é necessário transferir 0,1 ml da amostra pra o tubo e, em seguida, adicionar os sachês de reagentes já citados. Então, aguarda-se 20 minutos para completa reação e a leitura é feita em espectrofotômetro D2500 *Hach*.

O método utilizado para quantificar os sólidos sedimentáveis foi o gravimétrico em Cone *Imhoff*, que consiste na quantificação de sólidos decantados em 1000 ml durante 60 minutos.

Os parâmetros biológicos, coliformes totais e *Escherichia Coli* foram realizados utilizando o método substrato enzimáticos, através de cartelas quantitativas da marca COLILERT. Neste método, após realizar as diluições e mistura de substrato necessário, a amostra deve ser inserida na cartela, levada para selar, incubar por 18 ou 24 horas a 35° C ± 0,5°C. Em seguida procede-se a contagem de Coliformes totais e *Escherichia Coli* – observar coloração: negativo sem alteração da cor, positivo para Coliformes totais amarelo e positivo para *E. Coli* azul fluorescente sob luz UV - expressando os resultados em NMP (números mais prováveis).

5. Resultados e Discussões

Por se tratar de um corpo hídrico de classe 4, existem poucas exigências quanto à qualidade das águas do córrego Limoeiro⁶. Dentre as variáveis analisadas neste trabalho, apenas para OD e pH são regulados pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com os padrões estabelecidos pela resolução, os valores encontrados no córrego Limoeiro para o pH e OD estão em conformidade com a sua classe. Conforme o texto da referida resolução, o pH de água doce de um corpo hídrico de classe 4 deve ser de 6,0 a 9,0 e o OD deve ser superior a 2,0 mg/L de OD em qualquer amostra.

O rio Pirapozinho é um corpo hídrico enquadrado como classe 2. Portanto, possui maiores restrições quanto à qualidade das suas águas, se comparado a um corpo d'água de classe 4.

Em relação às variáveis selecionadas para o monitoramento limnológico do rio Pirapozinho - pH, temperatura, resíduo sedimentável, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais e *Escherichia Coli* – aquelas que possuem valores de referências⁷ estão descritas adiante.

Os valores mínimos de referência para OD é de 5 mg/L, para DBO o valor máximo de referência é de 5 mg/L e os valores de pH devem ser entre 6,0 e 9,0. De acordo com a resolução, a *Escherichia Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes Termotolerantes, de acordo com os limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Os valores estabelecidos para nitrogênio amoniacal estão relacionados aos valores do pH da água:

- 3,7 mg/L N para pH menor ou igual a 7,5;
- 2,0 mg/L N para pH entre 7,5 e 8,0;
- 1,0 mg/L N para pH de 8,0 até 8,5;
- 0,5 mg/L N para pH maior que 8,5.

⁶ Conforme estabelecido no Decreto Estadual 10.755/77.

⁷ Segundo a Resolução CONAMA 357/05.

5.1. Variação temporal do pH nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

O potencial hidrogeniônico, comumente conhecido como pH, confere a condição de neutralidade, acidez e basicidade ao material analisado, neste caso, a água.

A faixa de pH varia de 0 a 14. De acordo com Branco (1983), o pH = 7 exprime equilíbrio ou neutralidade, acima de 7 exprime alcalinidade ou basicidade e acidez, quando abaixo de 7.

O mesmo autor ainda explica que em um rio atingido pela poluição, podem ocorrer todas estas situações: se receber despejos ácidos, tende a tornar-se ácido; se os despejos forem básicos, tende a tornar-se alcalino; se receber os dois tipos, pode ocorrer uma neutralização.

Através da figura 7, pôde-se verificar os resultados obtidos do pH para as seções monitoradas no córrego Limoeiro e no rio Pirapozinho entre os anos de 2006 a 2013.

O pH do córrego Limoeiro teve uma pequena variação no período amostrado. Seus valores se mantiveram numa faixa de 7,28 e 8,10. Os valores acima de 8 foram registrados em junho de 2010 (8,10) e outubro de 2012 (8,02). Nos demais meses, o pH ficou próximo da neutralidade.

Entre variáveis ambientais importantes, o pH se destaca na mesma medida em que é relativamente difícil de se interpretar. Um significativo número de fatores podem influenciar nos seus valores. Mas, na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de íons H⁺, que são formados da dissociação do ácido carbônico (ESTEVES, 1998).

Durante a campanha realizada, o pH registrado no rio Pirapozinho - semelhantemente no córrego Limoeiro - teve variação pouco expressiva. Seus valores oscilaram de 6,73 (julho de 2007 e 2008) a 8,06 (novembro de 2011). Neste estudo, os registros corroboram com os resultados encontrados por Molina (2006), quando avaliou o córrego Água da Bomba (classe 2), em Regente Feijó -SP. Em seu trabalho, este autor identificou uma variação do pH entre 6,6 a 7,5 no período estudado. Portanto, os resultados obtidos foram satisfatórios ao atendimento do CONAMA 357/05 para pH de corpos d'água de classe 2.

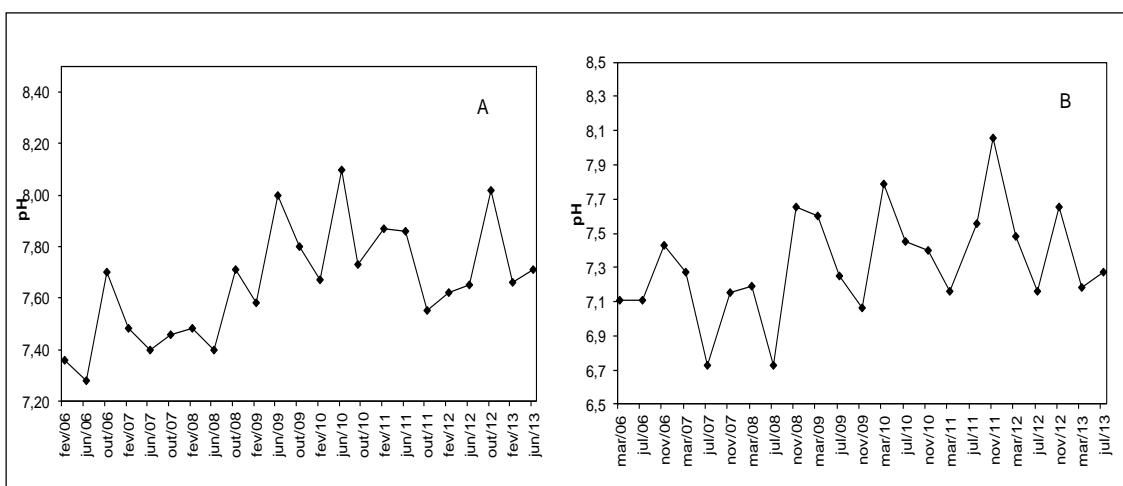


Figura 7: Variação temporal de pH ocorrido no córrego Limoeiro (A) e rio Pirapozinho (B). Org.: SILVA (2014).

5.2. Variação temporal da temperatura nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

A temperatura foi um dos parâmetros monitorados nos corpos d'água do córrego Limoeiro e do rio Pirapozinho. A variação da temperatura pode ter diferentes fontes. Por exemplo, Sperling (1996) explica que tais variações podem ter origens:

- Natural: quando ocorre transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo);
- Antropogênica: quando existem águas de torre de resfriamento ou despejos industriais.

Ainda segundo o autor, a importância de se aferir a temperatura da água está no fato de que as elevações aumentam as taxas de reações químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases - por exemplo: oxigênio dissolvido.

Através da figura 8 é possível verificar os resultados das medições de temperatura nas seções monitoradas do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, entre os anos de 2006 e 2013.

As temperaturas da água, tanto do córrego Limoeiro, quanto do rio Pirapozinho, apresentaram variações que denotam tendência sazonal. No córrego Limoeiro, observou-se valores menores de temperatura no mês de junho. A temperatura mais baixa foi de 22,0°C ocorrida em junho de 2012. A temperatura mais alta encontrada em todo período de estudo neste córrego atingiu 32,9°C, registrada no mês de outubro de 2008. Borges

(2003) realizou estudo semelhante no município de Jaboticabal-SP, onde avaliou o córrego Cerradinho (classe 4), cuja variação térmica foi de 21,6°C a 27,0°C.

De modo semelhante ao ocorrido no córrego Limoeiro, observou-se sazonalidade no rio Pirapozinho.

Nos meses comumente mais frios, as temperaturas do rio também foram baixas. Em junho de 2010, foi registrada a temperatura de 17,0°C, a menor do período analisado. A mais elevada teve registro em março de 2008, quando alcançou 30,0°C. Os resultados obtidos neste estudo concordam com Cetesb (2014), que diz que as mudanças térmicas 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.

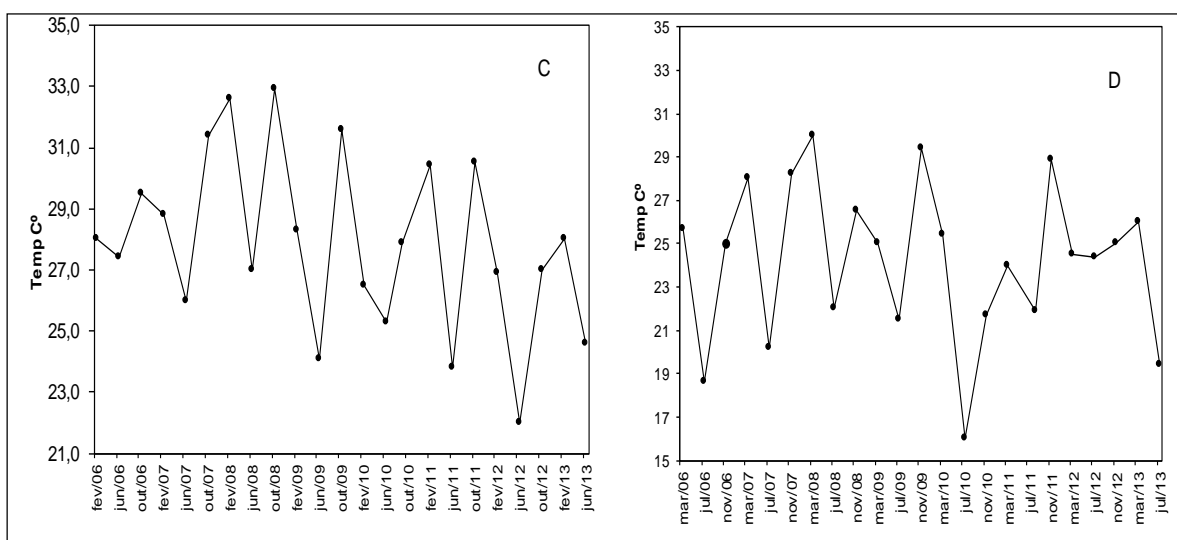


Figura 8: avaliação temporal de temperatura em graus Célsius no córrego Limoeiro (C) e rio Pirapozinho (D). Org.: SILVA (2014).

5.3. Variação temporal do resíduo sedimentável nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

A poluição do corpo hídrico pode ser investigada através de diversas variáveis. Neste contexto, Branco (1983), afirma que uma destas formas de avaliação de poluição hídrica é a quantificação de sólidos sedimentáveis, isto é, de partículas que se depositam no fundo do rio.

Através da figura 9 é possível observar as concentrações de resíduo sedimentável encontrada no córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, entre 2006 e 2013.

No córrego Limoeiro, a concentração de resíduo sedimentável oscilou de 0,0 a 1,0 ml/L em todo o período. Foi registrado apenas um pico de 2,5 ml/L no mês de junho de 2008. Ainda de acordo com Branco (1983), os sólidos sedimentáveis podem ser introduzidos no corpo d'água pelos esgotos ou despejos industriais.

No rio Pirapozinho, os resíduos sedimentáveis encontrados nas amostragens foram quase insignificantes. As concentrações ficaram abaixo de 0,3ml/L e na maioria das amostragens não foram encontrados resíduos nesta seção.

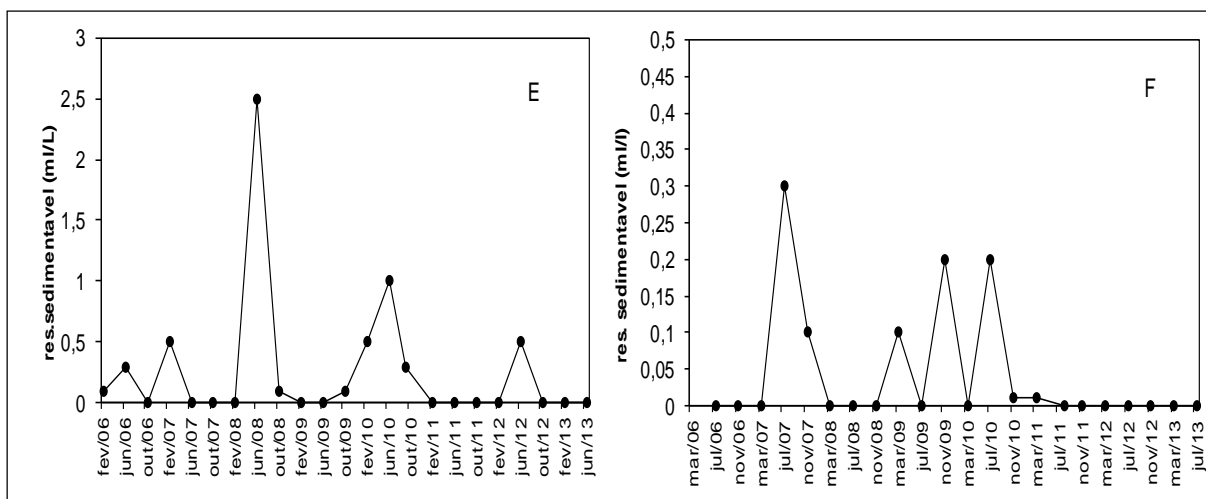


Figura 9: Variação temporal de resíduo sedimentável do córrego Limoeiro (A) e do rio Pirapozinho (B). Org.: SILVA (2014).

5.4. Variação temporal do nitrogênio amoniacal nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, por exemplo: nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), amônia (NH₃), íon amônio (NH₄), óxido nitroso (N₂O), nitrogênio molecular (N₂), entre outros (ESTEVES, 1998).

A determinação de nitrogênio na forma de amônia é importante para fornecer informação quanto ao estágio de poluição do meio aquático. A poluição recente está associada ao nitrogênio orgânico ou na forma de amônia, enquanto que uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrito (SPERLING, 1996).

Na figura 10, apresentam-se as variações de nitrogênio amoniacal analisadas no período de 2006 a 2013, no córrego Limoeiro e rio Pirapozinho.

O nitrogênio amoniacal aferido na seção do córrego Limoeiro, a partir de fevereiro de 2008 apresentou concentrações mais baixas do que nos anos anteriores (2006 e 2007), observou-se também que nos meses de fevereiro de 2007 a 2010, as concentrações de nitrogênio amoniacal estiveram consideravelmente baixas, quando analisadas num período anual. No período que vai de 2011 até 2013 não foi observado padrão sazonal para esta variável.

No rio Pirapozinho, assim como verificado no córrego Limoeiro, houve um decréscimo da concentração de nitrogênio amoniacal a partir de 2008. Antes disso, no mês de março de 2007, foi detectado um pico de 39,9 mg/L. Após a sua estabilização, não foi detectada esta variável no rio analisado.

Valores médios semelhantes aos registrados nesta pesquisa também foram encontrados por Medeiros (2008), no córrego do Recanto (classe 3). Em seu trabalho, o autor verificou que os níveis de NH_4 variaram de 0,5 a 9,5 mg/L, atingindo um valor médio de 5,2 mg/L.

Dessa forma, os resultados registrados apontam para o fato de que os esgotos - domésticos e industriais - antes lançados nos corpos d'água de ambos os canais analisados, contribuíam para a presença de nitrogênio amoniacal nos mesmos. Isso vem ao encontro do que é posto por CETESB (2014), que aponta os esgotos como principais fontes de nitrogênio orgânico - devido à presença de proteínas -, e nitrogênio amoniacal - pela hidrólise da ureia na água.

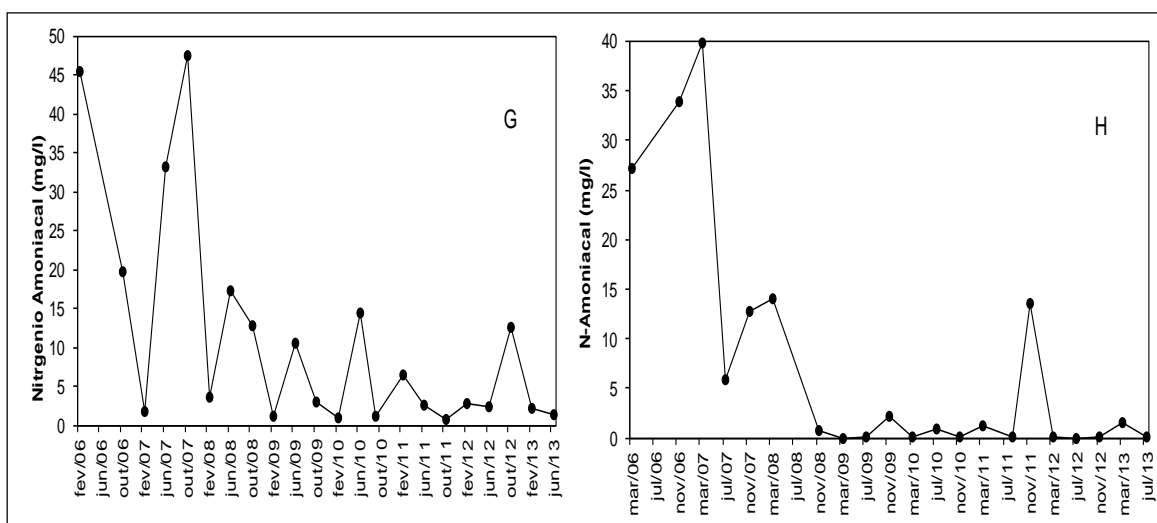


Figura 10: Variação temporal de nitrogênio amoniacoal no córrego Limoeiro (G) e no rio Pirapozinho (H). Org.: SILVA (2014).

5.5. Variação temporal da demanda química de oxigênio (DQO) nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO_{5,20}, sendo o teste realizado em um prazo menor (CETESB, 2014). O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. Sperling (1998), afirma que o valor obtido de DQO é, portanto, uma indicação indireta de teor de matéria orgânica presente.

A figura 11 apresenta as concentrações de DQO registradas no córrego Limoeiro e no rio Pirapozinho, entre 2006 e 2013.

No córrego Limoeiro, as concentrações da DQO reduziram significativamente a partir de outubro de 2008. Contudo, os registros apontaram para uma variação sazonal em todo período estudado, no qual os valores encontrados variaram de 317 mg/L, em outubro de 2007, a 13 mg/L, em junho de 2013.

No rio Pirapozinho, a DQO registrada teve um pico de 690 mg/L, em março de 2007, e o menor valor encontrado foi de 2mg/L, em julho de 2013. Em ambos os casos observa-se um decréscimo de concentração de DQO após o ano de 2008. Neste período, os valores oscilaram de 13 a 98 mg/L no córrego Limoeiro e de 2 a 84 mg/L no rio Pirapozinho.

Isto ocorreu devido ao fato de que, neste intervalo de tempo, os corpos d'água deixaram de receber os esgotos *in natura*, que passaram a ser devolvidos aos corpos receptores após o tratamento.

Estes resultados concordam com Borges (2006), que registrou DQO entre 13 e 83,8 mg/L no córrego Cerradinho (classe 4), após a inserção de interceptores de esgoto como forma de despoluição do córrego. Molina (2006), analisou a DQO do córrego da Bomba (classe 2) através de uma campanha de 10 amostragens contemplando todo ciclo sazonal, onde pode obter valores que variaram de 0,0 a 156 mg/L.

A DQO é bastante utilizada para caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Normalmente, analisa-se junto com a DBO, porém, sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. A verificação da DQO é utilizada para observar a biodegradabilidade de despejos. (CETESB 2014).

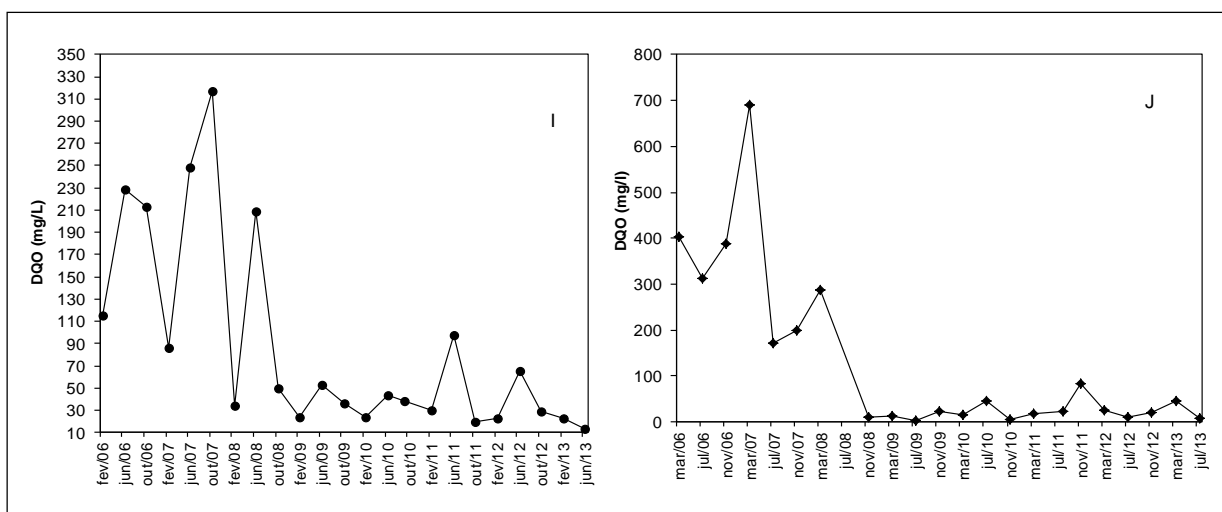


Figura 11: Variação temporal de demanda química de oxigênio – DQO- encontrada no córrego Limoeiro (I) e no rio Pirapozinho (J). Org.: SILVA (2014).

5.6. Variação temporal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

Este parâmetro mede a quantidade de oxigênio usado pela água, na decomposição de material orgânico (TUCCI, 2006).

O principal efeito ecológico da poluição em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido (SPERLING, 1998). Assim, a DQO e a DBO são parâmetros que mensuram o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação da matéria orgânica.

As mesmas variações observadas na DQO também são registradas para DBO, pois, de acordo com CETESB (2014), embora os valores de DQO sejam superiores aos da DBO, ambos possuem relação proporcionalmente direta.

Observa-se na figura 12 as concentrações de DBO no córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, no período de 2006 a 2013.

No córrego Limoeiro, a concentração de DBO mais alta foi de 140 mg/L, em outubro de 2007, e a mais baixa foi de apenas 1 mg/L, em fevereiro de 2009. Os valores obtidos revelaram que, a partir de fevereiro de 2008, houve uma relevante queda da DBO no córrego.

Paralelamente, a DBO aferida no rio Pirapozinho variou de 0 a 259 mg/L. A menor concentração (1 mg/L) foi registrada em fevereiro de 2009 e, a maior, em março de 2007 (259 mg/L). Em julho de 2009, agosto de 2011 e julho de 2013 a seção amostral não apresentou concentração de DBO, indicando condições ideais de vida aquática. Conforme CETESB (2014), a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida.

No caso do rio de classe 2, como o rio Pirapozinho, a resolução CONAMA 357/05 estabelece padrão de DBO_{5,20} com concentração de 5 mg/L. Neste caso, os resultados obtidos estão em conformidade com a referida resolução na maioria das amostragens efetuadas. Alves (2009), ao investigar a influência antrópica no rio Coxipó, classificado como classe 2, no período de abril/2007 a dezembro/2008, encontrou valores crescentes no sentido montante – jusante, o que evidencia que a ação antrópica causa ou pode causar aumento nas concentrações de DBO no corpo hídrico.

A concentração de DBO dá-se também pelo aporte de sólidos e matéria orgânica na água, que pode ser causada pela precipitação pluvial no período, esta explicação corrobora com o estudo feito por Andrade (2010).

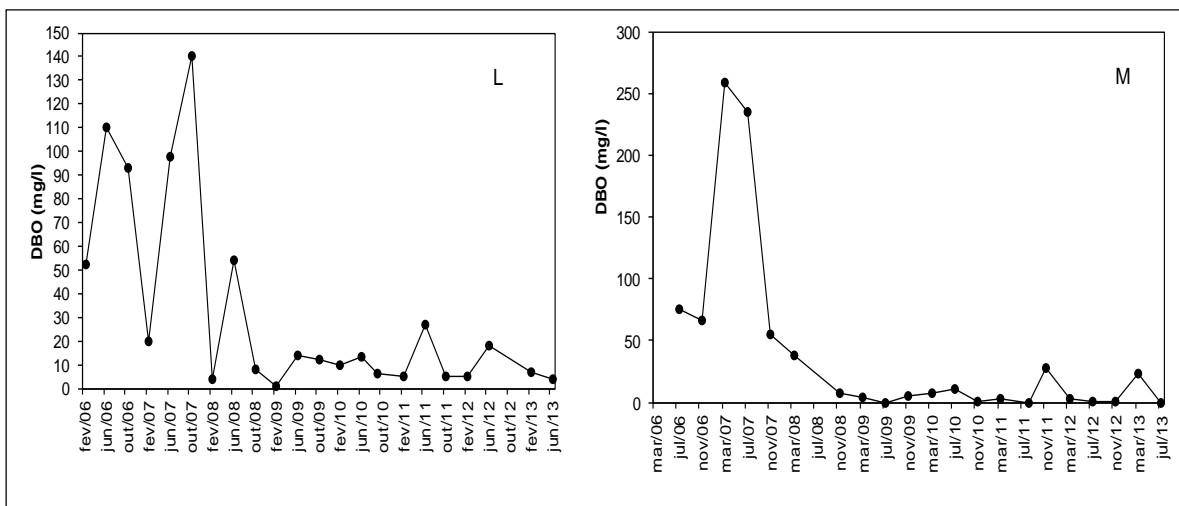


Figura 12: Variação temporal de DBO no córrego Limoeiro (L) e no rio Pirapozinho (M). Org.: SILVA (2014).

5.7. Variação temporal do oxigênio dissolvido (OD) nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

O oxigênio dissolvido (OD) é vital para os seres aquáticos aeróbios. De acordo com Sperling (1996), o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Este elemento é necessário para manter as condições de vida de alguns organismos na água e para a decomposição aeróbica do despejo poluidor. Quando o despejo é grande e o oxigênio se esgota, inicia-se o processo de decomposição anaeróbica (TUCCI, 2006).

Na figura 13, apresenta-se as concentrações de OD no córrego Limoeiro e rio Pirapozinho no período que vai de 2006 a 2013.

Após o ano de 2008, observou-se uma elevação do OD inversamente proporcional às concentrações de DQO e DBO. Isto, depois de estabilizados os processos de tratamento de esgoto em ambos os municípios onde se inserem os canais estudados.

A partir de fevereiro de 2008, os registros obtidos no córrego Limoeiro demonstram que o OD se apresentou de forma crescente nos anos amostrados e atingiu um pico de 9,8 mg/L em outubro de 2012. Conforme estabelecido pelo CONAMA 357/05, o corpo hídrico de classe 4 deve ter o OD superior a 2 mg/L. Portanto, os resultados confirmam atendimento ao padrão de qualidade de água tanto para esta classe quanto para classe 2. Molina (2006) obteve valores semelhantes aos registrados no córrego Limoeiro ao investigar o OD do córrego Água da Bomba, mesmo este sendo um

corpo hídrico de classe 2. Os resultados corroboram com os do córrego Limoeiro: a maior concentração registrada no córrego Água da Bomba foi 10,0 mg/L e no córrego Limoeiro o OD chegou a 9,8 mg/L, no período estudado.

No rio Pirapozinho, o maior valor de OD foi registrado no mês de março de 2009, quando a sua concentração chegou a 9,26 mg/L. O menor valor registrado foi 0,63 mg/L, em julho de 2008. Através dos resultados é notável a melhoria da qualidade do rio a partir de 2008. De acordo com Esteves (1998), a principal perda de oxigênio está relacionada com o consumo pela decomposição da matéria orgânica.

Ao investigar diferentes seções do rio Caxipó, Alves (2009) observou que onde há maior pressão antrópica, menores são os valores de OD, pois, o corpo hídrico serve de diluidor dos esgotos domésticos.

Por ser de classe 2, o rio Pirapozinho deve ter suas variáveis dentro dos padrões determinados pela resolução Conama 357/05. De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se afirmar que a qualidade deste rio, no trecho estudado, atende aos parâmetros de um corpo hídrico de classe 2 - 5 mg/L.

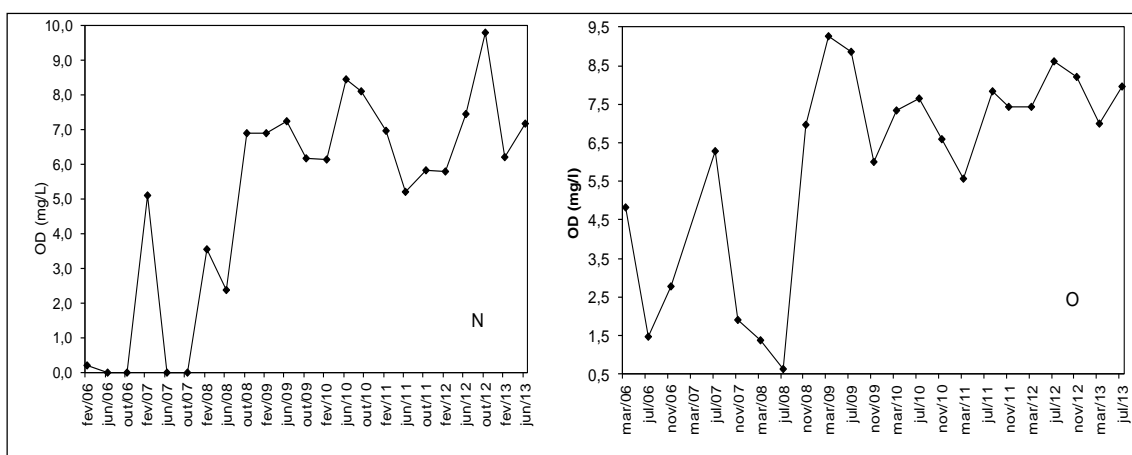


Figura 13: Variação temporal registrada de OD no córrego Limoeiro (N) e no rio Pirapozinho (O). Org.: SILVA (2014).

5.8. Variação temporal de coliformes totais nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias. Estas são isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e animais de sangue quente (SPERLING, 1996).

Ao se considerar que a água contaminada está relacionada à transmissão de diversas doenças, verificar sua qualidade biológica é de grande relevância. A determinação da potencialidade de disseminação de doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal pertencentes, principalmente, ao grupo de coliformes (SPERLING, 1996).

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2014).

Observam-se na figura 14 os registros de coliformes totais no córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, entre 2006 e 2013.

O presente estudo registrou concentração de coliformes totais no córrego Limoeiro. A análise temporal apresenta uma diminuição a partir de 2008, mantendo uma faixa de $1,73E+05$ a $4,11E+06$ NMP. De 2008 a 2013, houve apenas um registro: $1,72E+07$, em fevereiro de 2010 essa margem foi excedida. Nos anos anteriores a 2008, as concentrações eram mais elevadas. Houve um pico atingindo a marca de $3,26E+07$ NMP, em fevereiro de 2006.

Os registros de coliformes totais do rio Pirapozinho apontam números elevados nos anos de 2006 a 2008. O maior valor registrado foi em março de 2008: $2,42E+07$ NMP. A partir de novembro de 2008, esses números apresentaram significativa queda e chegaram a $2,09E+04$ NMP, no mês de julho de 2012.

Conforme Farias (2006), é comum detectar os coliformes totais em águas brutas, visto que se trata de um grande grupo de bactérias.

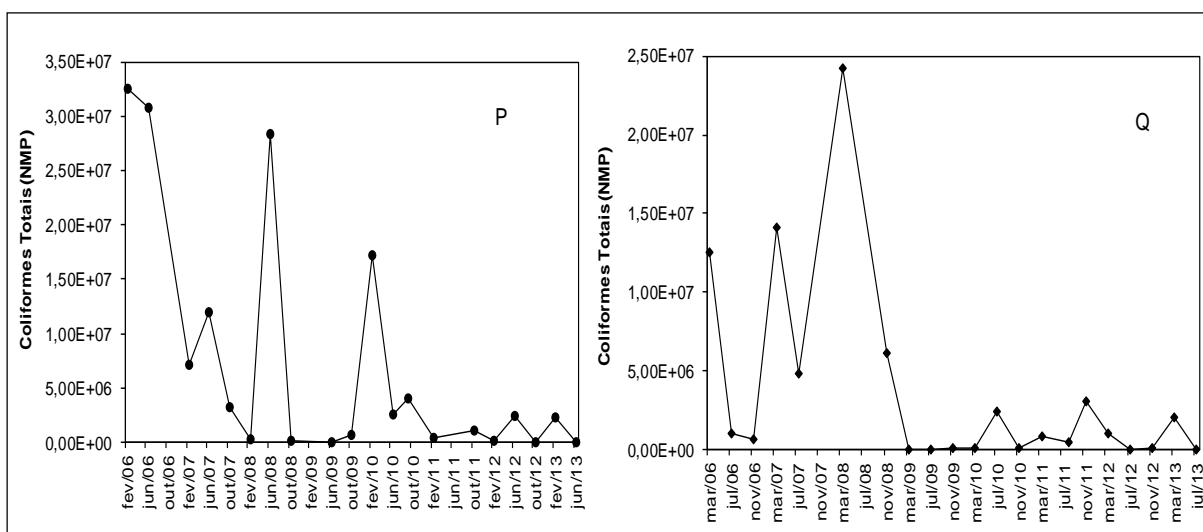


Figura 14: Variação temporal ocorrida de presença de Coliformes totais no córrego Limoeiro (P) e no rio Pirapozinho (Q). Org.: SILVA (2014).

5.9. Variação temporal de *Escherichia Coli* nas seções do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho

O grupo de coliformes fecais é formado de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano. A *Escherichia Coli* é uma bactéria pertencente a este grupo (SPERLING, 1996).

A figura 15 apresenta os valores de *Escherichia Coli* do córrego Limoeiro e rio Pirapozinho, no período de 2006 a 2013.

No córrego Limoeiro, a análise temporal de *Escherichia Coli* corresponde à análise de coliformes totais. A concentração também apresentou queda significativa após 2008 e as variações foram mínimas nesse período: 6,20E+03, em junho de 2009 a 7,76E+05NMP, em junho de 2012. Isto ocorreu de modo diferente dos anos anteriores, quando registrou-se valores de até 2,62E+06 NPM, em fevereiro de 2006, e 2,49E+06 NPM, em junho de 2007.

No rio Pirapozinho, os resultados de *Escherichia Coli* mostraram picos isolados em 2006, 2011 e 2013, que podem estar relacionados com a chuva no período. Como mencionado por Molina (2006), de modo geral, os números registrados para esta variável se mantiveram numa faixa baixa. O menor número encontrado no período estudado foi: 3,68E+02, em março de 2010. O mais elevado foi: 1,46E+06 NMP, em março de 2006.

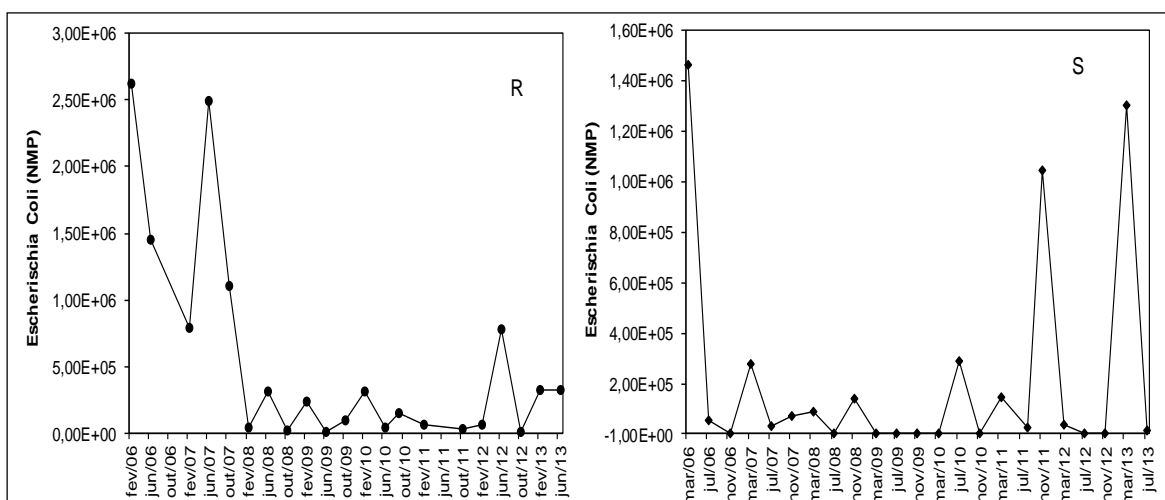


Figura 15: Variação temporal ocorrida de presença de Escherichia Coli no córrego Limoeiro (R) e no rio Pirapozinho (S). Org.: SILVA (2014).

6. Considerações Finais

Através dos resultados, foi possível observar que houve uma melhoria significativa na qualidade da água de ambas as seções amostradas após o ano de 2008. Este fato está relacionado ao não lançamento de esgotos domésticos *in natura*, a partir de 2008, nos canais estudados. Além do início do tratamento destes esgotos através da operação das Estações de Tratamento de Esgotos dos municípios de Presidente Prudente e de Pirapozinho.

Diante deste contexto ficou evidente que o sistema de esgotamento sanitário em um município é um dos instrumentos do Saneamento Ambiental importantíssimo, tanto para a saúde ambiental do corpo hídrico, quanto para os usuários de suas águas.

7. Bibliografia

AGÊNCIA Brasil de comunicação. Brasília (Distrito Federal). *Portal Empresa Brasil de Comunicação*. Contém informações sobre os serviços de tratamento de esgoto em municípios do País. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-10-19/expansao-das-redes-de-esgoto-nao-acompanha-crescimento-da-populacao>>. Acesso: maio de 2014.

AGÊNCIA de notícias do Acre. Acre (estado). *Portal de notícias governamentais*. Disponível em <<http://www.agencia.ac.gov.br/>>. Acesso: maio de 2014.

ALVES, E. C. R. de F. *Monitoramento quali-quantitativo da bacia hidrográfica do rio Coxipó – MT: uma ferramenta para implementação da gestão participativa dos recursos hídricos*. Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá: 2009.

ANDRADE, L. C. R. de. *Estudo do meio físico e das atividades antrópicas na qualidade da água na sub-bacia do córrego Palmital*. Dissertação - Universidade Federal de Viçosa: 2010.

ATTANASIO, C. M. *Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade*. Tese – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba: 2004.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S.; MONTAG, L.F.A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. F. *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. EDUSP, 2ª ed., São Paulo, p.187-207, 2001.

BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. Belo Horizonte. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte. v. 11, n. 128 p. 1985.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. IN: TUCCI, C. E M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1995. p. 669.

BORGES. M. J. Monitoramento da Qualidade Hídrica e Eficiência de Interceptores de Esgoto em Cursos d'Água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. In: *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Volume 8, n.2, 2003, 161–171.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L. *et al. Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

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

BRANCO, S. M. *Poluição: A morte de nossos rios*. 2ª ed. São Paulo. ASCETESB. 1983. 166p

BRASIL. Estágio atual dos aspectos institucionais da gestão de recursos hídricos no Brasil. *Política nacional de recursos hídricos*, Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria Nacional dos Recursos Hídricos, p. 3-11, 1997.

BRASIL. Superintendência de Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil e Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Brasília: ANA, 2007.

BRASIL. CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. Resolução CONAMA 20/86. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em maio de 2014.

BRASIL. CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. Resolução CONAMA 357 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em agosto de 2014.

DERISIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 4ª edição atualizada. Oficina de Textos: São Paulo, 2012.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2ªed. Interciência: Rio de Janeiro, 1998.

FARIAS, M. S. S. de. *Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo*. Tese - Universidade Federal de Campina Grande: 2006.

FERNANDES, M.R.; SILVA, J. C. *Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias*. EMATERMG: Belo Horizonte, 1994.

HESPANHOL, K. M. H. *Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do ribeirão Morangueiro*. Dissertação em Engenharia Urbana – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá: 2009.

HOLT, M. S. *Sources of Chemical Contaminants and Routes into the Freshwater Environment, Food and Chemical Toxicology*, v.38, 2000.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 3.ed., Associação Brasileira de Engenharia Sanitária: Rio de Janeiro, 1995.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

MEDEIROS, G. A. de; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. *Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do córrego Recanto, em Americana, no estado de São Paulo*. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 2, p. 181-191, 2009.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. In: *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 2002, v.3, n.4, p. 33 – 38.

MEYBECK, M. The Global Change of cotinental aquatic systems: dominant impacts of human activities. In: *Water Science and Technology*, 2004.

Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília: MMA, 2006.

MOLINA, P. M. *Diagnóstico da qualidade e disponibilidade de água na microbacia do córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó*. São Paulo: Dissertação - UNESP Ilha Solteira, 2006.

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

MOTA, S. *Conservação e preservação de recursos hídricos*. 2ª ed. revisada e atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. In: *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas – Três Lagoas-MS*, nº 07, ano 5, 2008.

NOVOTNY, V., OLEM, H. *Water Quality – Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*, New York, John Wiley and Sons, Inc.1993.

PLANO de manejo de águas pluviais de São Paulo. São Paulo (Prefeitura Municipal). *Apresenta informações sobre corpos hídricos poluídos por fontes difusas*. Disponível em: <<http://www.aguaspluviais.inf.br>>. Acesso: maio de 2014.

PEREIRA, R. S. Identificação das fontes de poluição em sistemas hídricos. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*. IPH-UFRGS. V. 1, n. 1, p.20 -36 2004.

PORTO, E. R.; SILVA JUNIOR, L. G. A.; ARAUJO, O. J.; AMORIM, M. C. C. Usos alternativos para água subterrânea no semiárido brasileiro. In: *Congresso brasileiro de águas subterrâneas*, 12. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

SÃO PAULO. CETESB. *Companhia Ambiental do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso: 2014.

SÃO PAULO. DECRETO ESTADUAL N°8468 de 08 de setembro de 1976.

SÃO PAULO. DECRETO Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.

SECRETARIA Nacional de Saneamento Ambiental. *ReCESA - Esgotamento sanitário: qualidade da água e controle da poluição: guia do profissional em treinamento: nível 2*. – Belo Horizonte: 2007.

SCHÄFER, A. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Porto Alegre: UFRGS, 1985.

SOUZA, E. R. *Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola*. Lavras: UFLA (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal / Manejo Ambiental). 1996.

TUCCI, Carlos E. M.; MENDES, C. A. *Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica* – Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Qualidade Ambiental – Rhama Consultoria Ambiental, 2006.

TUNDISI, Jose G. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima IIE, 2003.

VALENTE, O. F.; CASTRO, P. S. Manejo de bacias hidrográficas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, mar. 1981.

VERÓL, A. P.; VOLSCHAN JR., I. Inventário e Análise de Padrões de Lançamento de Esgotos Sanitários: Visão Nacional e Internacional. In: *XVII Simpósio brasileiro de recursos hídricos*. São Paulo, 2007.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

WMO. The Dublin Statement and Report of the Conference. *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century*. Dublin, Ireland: 26-31 January, 1992.

WORLD VISION. *Manual de Manejo de Cuencas*. 2^a. Edición. Coordinador General: Ing. Carlos Gómez. Visión Mundial El Salvador. San Salvador: 2004.

ZIMBRES, E. *Dicionário de Geociências*. Disponível em: <http://www.dicionario.pro.br>. Acesso: agosto de 2014.

APÊNDICE A

FOTOS DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS MONITORADAS.



Figura 16: Kit Oxitop utilizado para determinação de DBO.

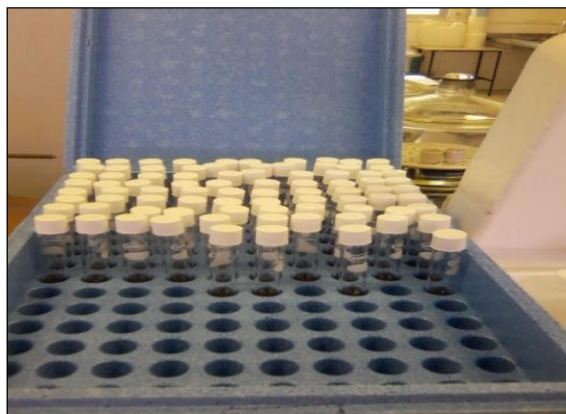


Figura 17: Reagentes utilizados para análise de DQO.



Figura 18: Cone Imhoff, utilizado para determinação de resíduo sedimentável.



Figura 19: Espectrofotômetro, modelo Odyssey DR2500 – Hach.



Figura 20: reagentes para determinação de nitrogênio amoniacal.

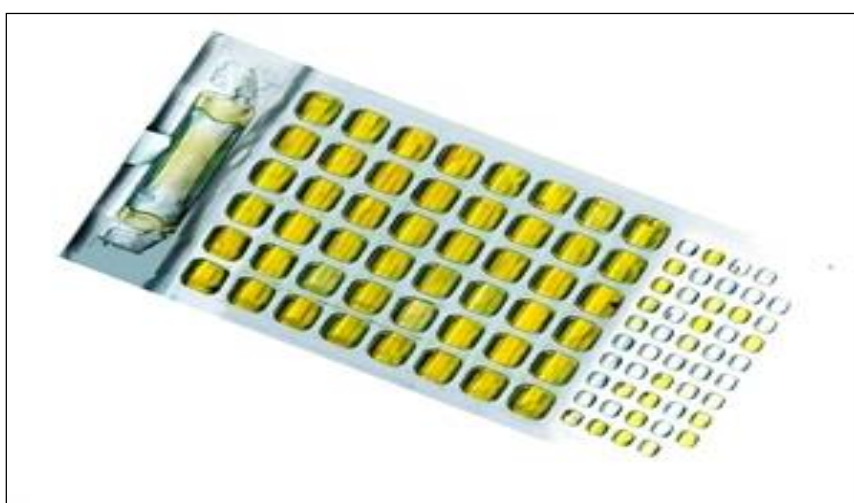


Figura 21: Cartelas para análise de coliformes.



Figura 22: determinação de OD pelo método titulométrico.

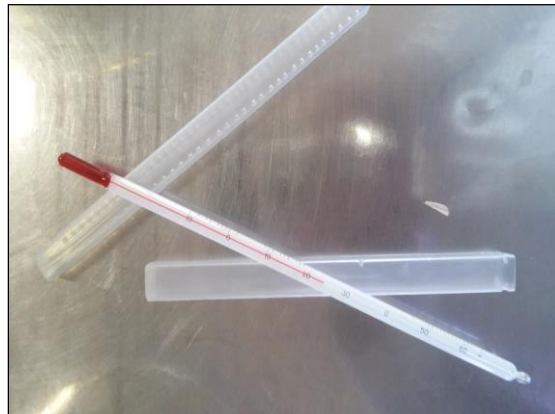


Figura 23: termômetro de escala, para aferições de temperatura da água.

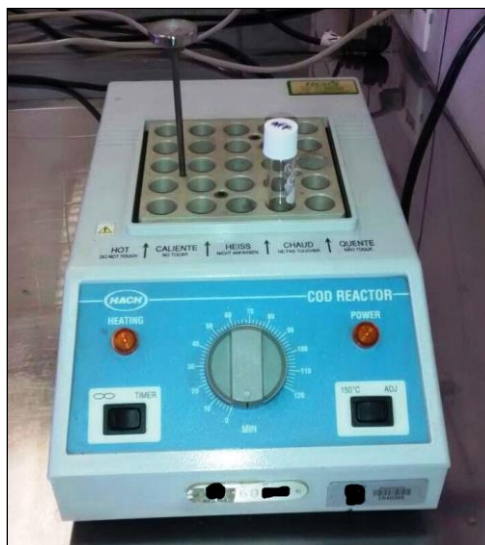


Figura 24: Reator utilizado para digestão das amostras para análise de DQO.

APÊNDICE B

DADOS BRUTOS DAS VARIÁVEIS ANALISADAS.

Resultados obtidos das variáveis analisadas na seção do córrego Limoeiro - Presidente Prudente.																	
Data	pH	Data	Temp. (°C)	Data	Res. sed. (ml/L)	Data	N-NH3 (mg/L)	Data	DQO (mg/L)	Data	DBO (mg/L)	Data	OD (mg/L)	Data	CT (NMP)	Data	E-Coli (NMP)
22/02/2006	7,36	22/02/2006	28,0	22/02/2006	0,10	22/02/2006	45,4	22/02/2006	115	22/02/2006	52	22/02/2006	0,2	22/02/2006	3,26E+07	22/02/2006	2,62E+06
07/06/2006	7,28	07/06/2006	27,4	07/06/2006	0,30	25/10/2006	19,8	07/06/2006	229	07/06/2006	110	07/06/2006	0,0	07/06/2006	3,08E+07	07/06/2006	1,45E+06
25/10/2006	7,70	25/10/2006	29,5	25/10/2006	0,00	07/02/2007	1,82	25/10/2006	213	25/10/2006	93	25/10/2006	0,0	07/02/2007	7,12E+06	07/02/2007	7,95E+05
07/02/2007	7,48	07/02/2007	28,8	07/02/2007	0,50	14/06/2007	33,3	07/02/2007	86	07/02/2007	20	07/02/2007	5,1	14/06/2007	1,20E+07	14/06/2007	2,49E+06
14/06/2007	7,40	14/06/2007	26,0	14/06/2007	0,00	04/10/2007	47,5	14/06/2007	248	14/06/2007	98	14/06/2007	0,0	04/10/2007	3,26E+06	04/10/2007	1,10E+06
04/10/2007	7,46	04/10/2007	31,4	04/10/2007	0,00	14/02/2008	3,6	04/10/2007	317	04/10/2007	140	04/10/2007	0,0	14/02/2008	3,27E+05	14/02/2008	4,43E+04
14/02/2008	7,48	14/02/2008	32,6	14/02/2008	0,00	26/06/2008	17,2	14/02/2008	34	14/02/2008	4	14/02/2008	3,5	26/06/2008	2,83E+07	26/06/2008	3,13E+05
26/06/2008	7,40	26/06/2008	27,0	26/06/2008	2,50	23/10/2008	12,7	26/06/2008	209	26/06/2008	54	26/06/2008	2,4	23/10/2008	1,73E+05	23/10/2008	2,00E+04
23/10/2008	7,71	23/10/2008	32,9	23/10/2008	0,10	02/02/2009	1,06	23/10/2008	50	23/10/2008	8	23/10/2008	6,9	04/06/2009	5,73E+04	02/02/2009	2,42E+05
02/02/2009	7,58	02/02/2009	28,3	02/02/2009	0,00	04/06/2009	10,5	02/02/2009	24	02/02/2009	1	02/02/2009	6,9	21/10/2009	7,27E+05	04/06/2009	6,20E+03
04/06/2009	8,00	04/06/2009	24,1	04/06/2009	0,00	21/10/2009	3,02	04/06/2009	53	04/06/2009	14	04/06/2009	7,3	10/02/2010	1,72E+07	21/10/2009	9,33E+04
21/10/2009	7,80	21/10/2009	31,6	21/10/2009	0,10	10/02/2010	0,94	21/10/2009	36	21/10/2009	12	21/10/2009	6,2	16/06/2010	2,61E+06	10/02/2010	3,14E+05
10/02/2010	7,67	10/02/2010	26,5	10/02/2010	0,50	16/06/2010	14,5	10/02/2010	24	10/02/2010	10	10/02/2010	6,1	30/09/2010	4,11E+06	16/06/2010	3,87E+04

Figura 25: dados brutos das variáveis do córrego Limoeiro.

Resultados obtidos das variáveis analisadas na seção do rio Pirapozinho - Pirapozinho.																	
Data	pH	Data	Temp. (°C)	Data	Res. sed. (ml/L)	Data	N-NH3 (mg/L)	Data	DQO (mg/L)	Data	DBO (mg/L)	Data	OD (mg/L)	Data	CT (NMP)	Data	E-Coli (NMP)
29/03/2006	7,11	29/03/2006	25,7	05/07/2006	0,00	29/03/2006	27,2	29/03/2006	403	05/07/2006	75	29/03/2006	4,81	29/03/2006	1,25E+07	29/03/2006	1,46E+06
05/07/2006	7,11	05/07/2006	18,6	08/11/2006	0,00	08/11/2006	33,9	05/07/2006	312	08/11/2006	66	05/07/2006	1,47	05/07/2006	1,04E+06	05/07/2006	5,36E+04
08/11/2006	7,43	08/11/2006	25,0	28/03/2007	0,00	28/03/2007	39,9	08/11/2006	387	28/03/2007	259	08/11/2006	2,76	08/11/2006	6,49E+05	08/11/2006	4,61E+03
28/03/2007	7,27	28/03/2007	28,0	25/07/2007	0,30	25/07/2007	5,9	28/03/2007	690	25/07/2007	235	25/07/2007	6,29	28/03/2007	1,41E+07	28/03/2007	2,75E+05
25/07/2007	6,73	25/07/2007	20,2	08/11/2007	0,10	08/11/2007	12,8	25/07/2007	172	08/11/2007	55	08/11/2007	1,9	25/07/2007	4,80E+06	25/07/2007	2,95E+04
08/11/2007	7,15	08/11/2007	28,2	27/03/2008	0,00	27/03/2008	14,0	08/11/2007	199	27/03/2008	38	27/03/2008	1,38	27/03/2008	2,42E+07	08/11/2007	7,40E+04
27/03/2008	7,19	27/03/2008	30,0	29/07/2008	0,00	12/11/2008	0,8	27/03/2008	288	12/11/2008	7	29/07/2008	0,63	12/11/2008	6,13E+06	27/03/2008	8,66E+04
29/07/2008	6,73	29/07/2008	22,0	12/11/2008	0,00	17/03/2009	0,0	12/11/2008	10	17/03/2009	4	12/11/2008	6,97	17/03/2009	2,46E+04	29/07/2008	4,10E+03
12/11/2008	7,65	12/11/2008	26,5	17/03/2009	0,10	14/07/2009	0,1	17/03/2009	13	14/07/2009	0	17/03/2009	9,26	14/07/2009	3,09E+04	12/11/2008	1,40E+05
17/03/2009	7,6	17/03/2009	25,0	14/07/2009	0,00	24/11/2009	2,3	14/07/2009	2	24/11/2009	5	14/07/2009	8,85	24/11/2009	9,33E+04	17/03/2009	1,13E+03
14/07/2009	7,25	14/07/2009	21,5	24/11/2009	0,20	10/03/2010	0,2	24/11/2009	23	10/03/2010	7	24/11/2009	6	10/03/2010	8,47E+04	14/07/2009	1,32E+03
24/11/2009	7,06	24/11/2009	29,4	10/03/2010	0,00	15/07/2010	0,8	10/03/2010	14	15/07/2010	11	10/03/2010	7,33	15/07/2010	2,42E+06	24/11/2009	1,55E+03
10/03/2010	7,79	10/03/2010	25,4	15/07/2010	0,20	11/11/2010	0,1	15/07/2010	46	11/11/2010	1	15/07/2010	7,64	11/11/2010	7,70E+04	10/03/2010	3,68E+02

Figura 26: dados brutos obtidos através de análise na seção do rio Pirapozinho.